Die
Lehre der Situation-Zeichnung
oder
Anweisung
zum
richtigen Erkennen
und
genauen Abbilden der Erd-Oberfläche,
in Charten und Planen,

von

Johann George Lehmann,
Königl. Sächs. Major von der Infanterie, Adjoint des Generalstabes
Seiner Majestät des Königs und Plankammer-Direktor.

Herausgegeben und mit Erläuterungen versehen

von

K. A. Becker,
Königlich Sächsischem Major,

und

G. A. Fischer,
Professor an der Königlich Sächsischen Ritter-Akademie.

Zweiter Theil.

Vierte sehr verbesserte und vermehrte Auflage.

Dresden und Leipzig,
in der Arnoldischen Buchhandlung.
1828

Vorrede.

Es sind schon viele Werke erschienen, welche das Aufnehmen topographischer Risse entweder im Allgemeinen, oder den Gebrauch des Meßtisches und anderer Werkzeuge insbesondere lehren. Der größte Theil dieser Bücher, außer einigen Hauptwerken (z. B. Mayer's Anleitung zur praktischen Geometrie u. s. w.), beschäftiget sich gewöhnlich mit ganz geringfügigen Dingen, nur für Anfänger berechnet und ohne vielen Werth für diejenigen, die sich schon ausgebreitetere Kenntnisse im Feldmessen erworben haben. Bei allen diesen Werken, die beßten nicht ausgenommen, vergißt man aber die Verbindung der eigentlich daraus hervorgehenden Detail-Vermessung, welche doch unerlaßlich ist, sobald der Ver-

nende von der ganzen Vermessung selbst und den in der natürlichen Ordnung auf einander folgenden Arbeiten einen vollständigen Begriff erhalten soll. Freilich muß derjenige, welcher diese Belehrung übernehmen will, Gelegenheit gehabt haben, praktische Erfahrungen zu sammeln; er muß über dieses einen scharfen Beobachtunggeist und mechanische Geschicklichkeit damit verbinden, um das Bild der aufzunehmenden Gegend nach festen, aus der Natur hergeleiteten Grundsätzen aufzuzeichnen; er muß die, durch genaue, mittelbare oder unmittelbare Messung erlangte richtige Lage einzelner Punkte, zu Entwerfung eines ähnlichen Bildes, vortheilhaft zu benutzen und die Zeichnung selbst mit Nettigkeit auszuführen verstehen.

Wer könnte wohl aber in dieser Hinsicht mit gerechteren Ansprüchen als Lehrer auftreten, als der verstorbene Verfasser dieses Werks, da derselbe die oben angegebenen, zur praktischen Belehrung erforderlichen Eigenschaften in vorzüglichem Grade in sich vereinigte; da er fortdauernd Gelegenheit hatte, seine unermüdete Thätigkeit auf dieses wissenschaftliche Fach zu verwenden, und noch über dieses mit seltenen Geistesgaben und künstlerischen Fertigkeiten ausgerüstet war, die bildliche Darstellung der aufgenommenen Gegenstände mit Wahrheit und Schönheit auszuführen und zu versinnlichen.

Es ist jedoch wohl möglich, daß die in diesen Blättern angegebene, zwar einfache, aber mit einigem Nachdenken verbundene Behandlung des Meßtisches, vielleicht Manchem zu verwickelt und anstrengend vorkommen dürfte, weil mehreren, bisher nöthig gewesenen Bedürfnissen, z. B. der Magnetnadel, den Baken, dem Wachspapiere, der Einlothzange 2c., entsagt und gleichwohl nach der hier aufgestellten Forderung dieselbe, wo nicht noch eine größere Richtigkeit, in bedungener Kürze der Zeit, bewerkstelligt werden soll; denn der Verfasser hat uneigennützig genug, am Ende seines Buches, für die in der Messung begangenen Fehler eine ganz einfache und zuverlässige Prüfungart angegeben, die bei ihrer Anwendung ihm selbst nicht zur Ehre gereichen würde, sobald er von seinen vorgetragenen praktischen Vortheilen nicht volle Ueberzeugung gehabt hätte. Wer aber Bereitwilligkeit und Muth genug hat, den bisher gebrauchten Mitteln zur Bequemlichkeit beim Aufnehmen freiwillig zu entsagen, um die, aus diesem Opfer hervorgehende höhere Behaglichkeit zu genießen, der wird, sobald er nachstehende Anleitung vorurtheillos geprüft hat, dem Erfinder dieser Vermessungweise seinen wohlverdienten Dank nicht entziehen, sondern mit den, dadurch sich zugeeigneten Vortheilen so viel Gutes stiften, als er nur kann.

Wie wenig diese Art der Vermessung die aus Verschiedenheit der Gegenden entspringende Disposition der Arbeit beschränkt, geht schon, um nur ein Beispiel anzuführen, daraus hervor: daß es, wenn z. B. keine festgesetzte Größe des Maßstabes vorgeschrieben wäre, und in der zu vermessenden Gegend sich vielleicht zwei isolirte Berg- oder besteigbare Felsen-Kuppen befänden, von welchen der größte Theil des aufzunehmenden Terrains übersehen werden könnte, vermöge dieser Vortheile möglich und anzurathen wäre, obige noch unbekannte Entfernung, als Einheit betrachtet, zur Standlinie anzunehmen; ihre Entfernung bloß nach dem Augenmaße zu schätzen, sodann eine gleichbedeutende und nach dem Zwecke der Vermessung proportionirte Standlinie auf dem Meßtische anzugeben, von beiden Punkten die ersten Visirlinien auf die Haupt-Objekte zu ziehen und die zur weitern Vermessung nothwendigen Alignements zu bestimmen.

Ist endlich das geometrische Netz der Hauptpunkte vollendet und kommt man im Verfolge der Arbeit auf eine ebene, zu Ausmessung einer Standlinie sich eignende Gegend, so messe man, in einem willkührlich angenommenen Alignement, eine runde Zahl von Ruthen, Ellen oder Schritten ab, bestimme die Endpunkte dieser gemessenen Linie durch Rückwärts-Einschneiden auf der Mensel, fertige

von der nunmehr bekannt gewordenen Größe der angenommenen Anzahl Theile einen Maßstab, und gehe sodann in die Detail-Messung über. Ja man kann verbürgen, daß, wenn es die Umstände geböten, von einer freien waldlosen Gegend ein ähnliches Bild, ohne Zirkel, Maßstab und Magnetnadel, zu entwerfen, solches bloß mittels des Meßtisches, Visirlineals und der zum Aufnehmen benöthigten Visirnadeln geschehen könnte, wobei, durch ein geübtes Augenmaß, alle im Kreise der Möglichkeit liegende Entfernungen der Detail-Gegenstände zu schätzen und mit einander zu vergleichen, von außerordentlichem Nutzen seyn würde.

Uebrigens ist noch zu bemerken, daß in diesem Werke die ersten Nominal-Definitionen verschiedener, beim Aufnehmen vorkommender Dinge, so wie die ersten Begriffe von der Aehnlichkeit der Dreiecke, ihren verschiedenen Entwurfarten und überhaupt der erste theoretische Unterricht vom Aufnehmen nicht anzutreffen ist, sondern als bekannt vorausgesetzt wird, weil dieses alles aus andern, über das Aufnehmen geschriebenen Büchern zur Genüge ersehen und erlernt werden kann, indem der Herr Verfasser mehr für geübtere, vielleicht nach andern Prinzipien handelnde Vermesser, als für Anfänger geschrieben hat. Um aber dieses Buch gemeinnütziger zu machen, hat der Herausgeber sich mehrere Erläuterungen erlaubt,

um einigen Lesern die etwa schwierig scheinenden Stellen durch bildliche Konstruktion anschaulicher und verständlicher zu machen. Man verkenne deshalb seine Absicht nicht, da der Text dadurch nicht unterbrochen wird, so daß jeder, der diesen verständlich findet, jene gänzlich überschlagen kann.

Die bis an Gewißheit grenzende Hoffnung, durch die öffentliche Bekanntmachung dieses belehrenden Werkes recht viel Gutes zu stiften, war der Hauptantrieb für mich, solche zu unternehmen; und meine Wünsche sind erreicht, wenn Manchem seine bisher gewöhnliche Vermeßweise dadurch erleichtert, in die Einzeichnung des Terrains mehr Wahrheit und bildliche Darstellung gebracht und zugleich der Kosten- und Zeitaufwand vermindert, hauptsächlich aber, wenn durch dieses Buch junge, zum Kriegsdienste sich bildende Personen ein brauchbares Mittel erhalten, ihrem Vaterlande Nutzen, sich selbst Auszeichnung und ihrem lobenswerthen Eifer Nachfolger verschaffen können.

Dresden, im Monat Junius 1812.

Der Herausgeber.

Inhalts-Anzeige.

		Seite
Allgemeine Ansicht.		1
§. 1.	Begriff.	2
§. 2.	Verhältniß des Maßes.	3
§. 3.	Linien- und Winkelmessungen.	4
§. 4.	Was unmittelbar und mittelbar zu messen ist.	4
§. 5.	Werkzeuge zur Grundlinien-Messung.	5
§. 6.	Eigenschaften einer Grundlinie.	6
§. 7.	Von den Alignements-Objekten.	6
§. 8.	Winkelmesser.	7
§. 9.	Der Meßtisch.	8
§. 10.	Der Meßtisch als Winkelmesser.	10
§. 11.	Astronomisch-trigonometrisches Netz mit der Höhenbestimmung.	13
§. 12.	Geometrisches Netz.	15
§. 13.	Das Detail-Aufnehmen überhaupt.	17
§. 14.	In waldigen Gegenden.	18
§. 15.	Ordnungfolge in der Arbeit.	19
§. 16.	Elementar-Aufgaben.	20
§. 17.	Den willkührlichen Standort zu finden.	22
§. 18.	Auflösung der Elementar-Aufgabe A.	24
§. 19.	= = = = B.	28
§. 20.	= = = = C. 1.	30
§. 21.	= = = = C. 2.	35

Seite

§. 22. Auflösung der Elementar-Aufgabe C. 3. 36
§. 23. " " " " D. 42
§. 24. Vom Rückwärts-Einschneiden. 44
§. 25. Beispiele in der Wahl der Lage von Richtpunkten. 47
§. 26. Betrachtung über das Fehler zeigende Dreieck. . 51
§. 27. Erläuterung und Anwendung der Aufgabe. . . . 58
§. 28. Wahl der Richtobjekte. 61
§. 29. Das Aufnehmen mittels Standlinien in Wäldern, Städten und Dörfern. 65
§. 30. Berge aufzumessen. 67
§. 31. Auseinandersetzung des Detail-Aufnehmens. . . 70
§. 32. Das Höhenmessen. 78
§. 33. Quadrirung und Zusammensetzung der Meßtischblätter. 82
§. 34 Prüfung der Aufnahme-Blätter. 83
§. 35. Ueber das Aufnehmen mit dem Meßtische bei Rekognoszirungen, Gefechten und Belagerungen. . . 86
§. 36. Bildung des Augenmaßes. 90
§. 37. Die Aufnahme nach dem Augenmaße. 93
§. 38. Das Chartenzeichnen nach Nachrichten. 108
§. 39. Orientirung nach den Charten. 110
Anweisung zur Legung geometrischer Netze. 127
Anleitung zum Höhenmessen mit dem Barometer. . . . 151

Allgemeine Ansicht.

Gewiß gibt es Viele, im Militair- und Bürgerstande, welche den heutigen Zustand der Astronomie, in Absicht ihrer Hülfe für die Geographie, die Erfindung und den leichten Gebrauch der Spiegelwerkzeuge in der Meßkunst, mit Ehrfurcht betrachten, und dem Zeitalter Glück wünschen, welchem so nützliche Resultate daraus erwachsen; die aber auch zugleich bedauern, daß nur Wenige ihre mathematischen und physikalischen Kenntnisse bis zu jenem hohen Grade ausbilden können, und solche theuere und kostspielige Werkzeuge anzuschaffen weder Gelegenheit noch Mittel haben, bei dem allen aber doch auch ohne diese Vortheile an so nützlichen Arbeiten Theil nehmen möchten; denn auch ihnen liegen Theile der Erdoberfläche vor Augen, die sie gern abgebildet sehen, ja selbst abbilden möchten, um, wie es besonders der Fall bei dem Militair ist, die Operationen des Krieges zu übersehen, und daran die Kenntnisse der Kriegskunst zu vervollkommnen, oder im Allgemeinen, um der Erdkunde einen Zuwachs zu verschaffen. Was sollen nun diese thun? Sollte wohl ihr guter Wille verschmähet werden? Nein! man gebe ihnen Mittel an die Hand, sich auszubilden; man suche sie für das erste zu kleinen Arbeiten aufzumuntern; vielleicht erzeugen diese Lust und Mittel zu größern und wecken den Geist für höhere Studien, so werden praktisch-thätigere Männer entstehen und der Geographie in ihrer Art so gut, als der gelehrteste Meßkünstler

nützen. Wer nicht alles zu thun das Vermögen hat, thut mit gutem Willen dennoch sehr viel, oder doch etwas, und gerade die Geographie ist ein Werk, wo man auch den kleinsten Beitrag sehr wohl brauchen kann. Wer nicht im Stande ist, die Hauptpunkte eines Landes astronomisch zu bestimmen, der überlasse diese Arbeit den Astronomen, er nehme aber die Aufnahme des Details vor und binde diese Aufnahmen an jene, durch genaue Beobachtungen und Berechnungen festgelegten Hauptpunkte. Zu diesem Detail-Aufnehmen ist nun der Meßtisch vollkommen hinreichend, das heißt: er gewährt die erforderliche Richtigkeit, man erhält damit die Entfernungen der Orte, ohne alle mühsame Berechnung, sie ergibt sich sogleich im Bilde; jeder Ort kann aus jedem andern, wo er sichtbar ist, bestimmt oder geprüft und das topographische Detail der Gegend überall sogleich eingezeichnet werden; man kann mit diesem Instrumente ganz allein, ohne Gehülfen, arbeiten, ohne Zeichen-Male zu errichten, oder sich die Standpunkte vorher auszusehen oder auszuzeichnen. Die folgenden Bogen werden die nöthigen Beweise für diese Behauptungen liefern.

Ueber das Aufnehmen der topographisch-militairischen Charten.

§. 1.

Begriff.

Eine topographische Charte oder einen Plan von einer Landstrecke aufnehmen, heißt: Die Entfernung der merkwürdigen Gegenstände des Bodens von einander mittelbar und unmittelbar ausmessen, dann aber das Bild der Unebenheiten auf einer Ebene, verhältnißmäßig kleiner, so darstellen, wie die Gegend bei senkrechter Ansicht und Be-

leuchtung dem Auge erscheinen würde. Bei dieser Ansicht erfaßt letzteres nur horizontale Entfernungen und horizontale Winkel unmittelbar, und diese können dann auch nur im Horizontalbilde verzeichnet werden. Die senkrechten und wahren Entfernungen je zweier Punkte in der unebenen Erdoberfläche sind nur aus der Lage der schiefen Flächen zu bestimmen, deren Neigewinkel, nach Größe und Lage, zu messen und zu bezeichnen, bereits gelehrt worden ist. Unter dem Ausdruck unmittelbar ausmessen verstehen wir: das Maß einer Entfernung durch Auflegung der Maßeinheiten, z. B. des Fußes, der Ruthe ꝛc., finden, ohne Anwendung geometrischer Schlüsse; durch den Ausdruck bestimmen aber: das Auffinden des Maßes mittels Vernunftschlüsse, oder die mittelbare Messung.

§. 2.

Verhältniß des Maßes.

Das Verhältniß des Maßes im Bilde, zu dem des natürlichen Bodens, darf nicht wohl unter 1 : 100000, und nicht über 1 : 10000 seyn; über die erste Grenze hinaus würde die Abbildung der Einzelheiten zu klein, und über die andere zu groß ausfallen. Solche Bilder würden im ersten Falle geographische Charten, im letztern aber Spezial-Plane oder Risse heißen. Wenn das Verhältniß des Maßes im Bilde, zum natürlichen Maße des Bodens, auf dem Plane bemerkt ist, so kann für das positive Maß eines jeden Landes ein Maßstab aufgetragen werden. Denn wenn man, z. B. bei dem auf der Charte angegebenen Verhältnisse des Maßstabes 1 : 36000, zwischen zwei ausgezeichneten Punkten a und b die Länge von etwa 4,38 irgend einer landüblichen Maßeinheit, es seyen z. B. sächsische Zolle, mit dem Zirkel findet, so ist die Entfernung ab des Feldes

$$\frac{36000 \times 4{,}38}{24} = 6570 \text{ sächs. Ellen.}$$

§. 3.
Linien- und Winkelmessungen.

Die unmittelbare Messung einer Horizontal-Linie auf dem Felde kostet mehr Aufwand an Zeit, Mitteln und Kräften, als die Ausmessung eines Horizontal-Winkels. In den meisten Fällen ist eine unmittelbare Messung der Horizontal-Abstände zwischen je zwei Objekten, wegen der Unzugänglichkeit der Gegenstände, auf dem Boden gar nicht möglich. Die Messung der Horizontal-Winkel der Gegenstände aber ist überall möglich, wo man nur von dem einen Ende einer Linie zum andern Endpunkte hinsehen und ein Meßwerkzeug befestigen kann; deswegen mißt man denn so wenig Linien, aber dagegen so viel Winkel, als zur Aufnahme nöthig sind.

§. 4.
Was unmittelbar und was mittelbar zu messen ist

Man kann jede Thurmspitze, Feueresse, Giebelspitze, Hausecke, Zaunecke, jeden einzelnen Baum, Pfahl ꝛc., kurz jeden Gegenstand auf dem Boden, als den Winkelpunkt eines oder mehrerer Horizontal-Dreiecke ansehen, die so mit einander verbunden sind, daß jede Seite des einen Dreiecks zugleich die Seite des nebenliegenden Dreiecks bildet. Ein solches zusammenhängendes Netz von Dreiecken (Dreieck-System) kann nach den geometrischen Sätzen der Aehnlichkeit im Kleinen auf dem Papiere abgebildet, das heißt: in Grund gelegt, oder, wie man im gemeinen Leben sagt, aufgenommen werden. Befolgen wir den Satz, der bei allen menschlichen Handlungen gelten sollte: suche deinen Zweck in der kürzesten Zeit durch den wenigsten Aufwand von physischen Kräften zu erreichen! und da es leichter ist, Winkel als Linien zu messen, so dürfen beim Aufnehmen nur so viel Horizontal-Linien und Winkel im Dreieck-Systeme unmittelbar gemessen werden, als zur Bildung des Ganzen nöthig ist. Mit-

hin für das erste Dreieck wenigstens drei Stücke, und unter diesen drei Stücken wenigstens eine Seite; bei jedem folgenden Dreiecke, das mit einem der vorigen eine Seite gemein hat, würden nur zwei Winkel nöthig seyn, wenn nicht allemal zu besorgen wäre, daß unter den drei Stücken eins oder etliche falsch gemessen seyn könnten; deswegen muß man in jedem Dreiecke so viele Stücke messen, daß die fehlenden durch doppelte Konstruktion oder Rechnung zu bestimmen sind. Es müssen also im ersten Dreiecke entweder zwei Seiten und zwei Winkel, und in jedem folgenden alle drei Winkel, oder in den zwei ersten, an und neben einander liegenden Dreiecken, in jedem eine Seite und die Winkel an diesen Seiten gemessen werden, um für alle Stücke die Gegenrechnung führen zu können. Bei den folgenden Dreiecken müssen in jedem alle drei Winkel, oder an jedem Standorte alle Winkel im Kreise so genau gemessen werden, daß ihre Summe zwei rechten Winkeln gleich ist. In einem Dreieck-Systeme müssen wenigstens zwei Stand-Linien unmittelbar gemessen werden, die einander wechselseitig prüfen, oder die eine muß so vielmal gemessen werden, daß über ihr wahres Maß kein Zweifel mehr seyn kann. Diese Linie heißt dann die Grundlinie oder Basis der Aufnahme.

§. 5.

Werkzeuge zur Grundlinien-Messung.

Die Basis kann gemessen werden mit Schritten, Schnuren, Ketten oder Stäben. Die Messung mit Stäben aber ist am richtigsten und fordert den geringsten Aufwand; denn man kann sich zwei Stäbe von trocknem Kiefern-, Fichten- oder Tannenholz, an jedem Orte der Messung, leicht machen lassen oder selber machen, und nach dem bei sich führenden Fußmaße eintheilen.

§. 6.

Eigenschaften einer Grundlinie.

Die Basis muß

a) in einer übersehbaren Gegend gewählt werden, so daß man von beiden Enden, und im Fall nur diese einzige Grundlinie zu messen möglich ist, überdies von wenigstens einem Punkt in der Linie, der von beiden Enden ziemlich gleich weit abstehet, nach mehrern ausgezeichneten und übersehbaren Gegenständen eine freie Aussicht hat. Sie muß

b) so lang als möglich seyn, damit sich die Gesichtlinien von ihren Endpunkten, nach den seitwärts liegenden entfernten Gegenständen, nicht spitziger als unter 30° schneiden. Dann ist es gut, wenn sie

c) auf einem horizontalen, oder wenigstens auf solchem Boden liegt, der nicht über 2° gegen den Horizont geneigt ist, damit sie richtig und leicht gemessen werden kann. Wäre der Neigewinkel größer, so müßte derselbe gemessen und danach, und nach den gemessenen wahren Entfernungen, die horizontale Entfernung berechnet werden. Endlich ist es auch gut, wenn sie

d) in einer Vertikal-Ebene oder einem Alignement mit zwei bleibenden, sich scharf auszeichnenden Gegenständen liegt, und auf den Enden, so wie in dem, um die Mitte abgemessenen Punkte von eben solchen Alignements, ziemlich rechtwinkelig durchschnitten wird, damit man diesen Punkt auf dem Boden oder selbst auf dem Eise eines Flusses, See's ꝛc., ohne künstliche Zeichen, allezeit wieder finden könne. Tab. XVIII. Fig. 1.

§. 7.

Von den Alignements-Objekten.

Die Alignements-Objekte können beide auf einer Seite,

entweder über das Ende der Standlinie hinaus liegen, wie c und d auf dem einen, oder e und f auf dem andern Ende, oder in der entgegengesetzten Verlängerung der beiden Enden, wie c und e oder f und d. Bei der Auswahl dieser Alignements-Objekte ist hauptsächlich darauf zu sehen, daß sie sich scharf abschneiden, also, daß sie sich bei der Seitenverrückung des Auges um 1 Fuß, schon merklich verschieben, welches geschiehet, wenn das nächste Objekt recht spitzig oder scharfeckig ist; auch wenn das entfernte recht weit, das nähere aber recht nahe ist. Allemal muß e und f oder c und d weiter von einander liegen, als das andere Ende der Basis, oder der zweite Standpunkt a von c oder b von e absteht. Damit man im Fortgange von der richtigen Wiedererkennung zweier Alignements-Objekte versichert sey, bedarf es noch eines dritten Gegenstandes, der in der Vertikal-Ebene der beiden ersten liegt; man merkt sich denselben am beßten in der Verlängerung der Linie rückwärts.

§. 8.

Winkelmesser.

Zum Aufmessen der Horizontal-Winkel nach Graden, hat man die eingetheilten Kreise, als ganze, halbe, Viertel-, Sechstel- oder Achtelkreise von Holz oder Metall, unter dem allgemeinen Namen Winkelmesser. Zum Aufnehmen und Abbilden der Winkel die hölzerne Scheibe, und zum Aufmessen und Abbilden der Figuren den hölzernen Meßtisch, welche beide letztere mit Papier überzogen werden, um darauf zu zeichnen. Je nachdem der Zweck der Aufnahme, die Ausdehnung des Landes, die Zeit und die Mittel bestimmt sind, je nachdem auch die Personen gewählt sind, welche die Aufnahme vollbringen sollen, wählt man gewöhnlich die Instrumente. Nehmen wir unter allen diesen Bedingungen ein Zusammentreffen an, wie es am meisten vorkommt, das ist: die Charte soll als militairisch-

topographische Charte alles zeigen, was der Soldat bei seinen Operationen von der Größe, Gestalt und Lage der Gegenstände des Bodens wissen will, das Land soll eine Ausdehnung von 20 bis 30 Meilen haben, die Aufnahme soll in der möglich kürzesten Zeit, mit dem geringsten Aufwande ausgeführt werden, und man hat Leute von wissenschaftlichen Kenntnissen, welche schnell zum praktischen Aufnehmen einzuüben sind; so kann unter solchen Umständen zum Aufnehmen des Systems der Hauptrichtpunkte ein ganzer standfester Kreis, Astrolabium, Theodolit, am beßten der jetzt in Frankreich gebrauchte Bordaische Kreis angewendet werden, mit welchem Horizontal- und Vertikal-Winkel bis auf etliche Sekunden genau gemessen werden. Zum Aufnehmen des Einzelnen aber findet man den Meßtisch am brauchbarsten. Die Bauart des Winkelmessers ist bekannt, und über seinen künstlich scheinenden, aber wirklich einfachen Gebrauch findet man hinlänglich schriftlichen Unterricht. Weniger bekannt und erkannt ist der Meßtisch und sein einfach scheinender, aber wirklich künstlicher Gebrauch.

§. 9.

Der Meßtisch.

Der Meßtisch besteht aus einem quadratförmigen Reißbrete von 16 bis 24 Zollen, welches im Mittelpunkte an einem messingenen Cylinder befestigt ist, der sich mit einer Schraube ohne Ende in einer messingenen Hülse sanft umdrehen und mittels Schrauben feststellen läßt. An dieser Hülse sind 3 hölzerne Beine so angebracht, daß sie sich in der Ebene der Hülsenaxe bewegen lassen. Diesen Meßtisch kann man auf jeder, auch auf der schiefsten Abdachung, mit Hülfe einer dosenförmigen Wasserwage, horizontal aufstellen, in der äußern Cylinderhülse im Ganzen horizontal herumdrehen, mittels der Schraube ohne Ende aber in der innern Hülse auf das feinste horizontal herum bewegen. Zum Abvisiren der Horizontal- und Vertikal-Winkel gehört eine

ebenfalls 16 bis 24 Zoll lange Regel, mit halb so langen, auf der untern Fläche und der Kante des Lineals senkrecht stehenden Diopteru, wovon die eine auf die halbe Entfernung der Diopter zu versetzen ist, und wo auf dem Objektiv-Diopter mit dem halben Abstande ein tausendtheiliger Maßstab und ein Tangenten-Maß bis 45° eingeschnitten sich befindet, woran ein horizontal angebrachter Schieber auf und abgeschoben werden kann. Ueberdies wird beim Aufnehmen mit dem Meßtisch noch ein genaues Fußmaß (das auf einem Beine des Stativs eingeschnitten seyn kann), ferner ein stählernes Lineal, ein Stangenzirkel, ein Reißbesteck, Bleifedern, Zeichenfedern, Abgußzeug, Tusche, Papier, Wasserschwamm und Mundleim gebraucht. Alle große und kleine Zeichen- und Zählstäbe, Meßkette und Schnuren ꝛc. sind gänzlich zu entbehren, so auch die Magnetnadel, nach welcher sich die Landmesser so gern richten; denn diese ist ein ganz unzuverlässiges Werkzeug, das in verschiedenen Zeiträumen, Jahr- und Tagzeiten, bei verschiedener Luft, in verschiedenem Boden und Gebirgsarten, z. B. auf Trapp-, Porphyr- und Basaltgebirgen, auf Torfboden und in Kiefernwäldern, auch in der Nähe des Eisens (welches der Soldat doch immer bei sich trägt) mehr oder weniger abweicht. Man sehe Fischer's Physikal. Wörterbuch, Bd. 6. S. 10—11., und 1. Theil S. 25—42.; Meyer's Samml. physikal. Aufsätze, 3r Bd. S. 119.; Astron. Jahrb. f. 1796, S. 115.; Mayer's Unterricht zur prakt. Geometrie §. 120. Nr. 7. 8., auch §. 235 und 236.; Bugge, Anleitung zum Feldmessen §. 40. 56. 81.

Auf Reisen zur See und in großen Wäldern, wo es bei der Orientirung auf einen oder etliche Grade nicht ankommt, kann die Magnetnadel nützlich seyn. Will man sie beim Aufnehmen mit sich führen, so kann man auf jedem richtig bestimmten Standorte ihre Richtung und Neigung beobachten, wo dann mancherlei physikalische Entdeckungen gemacht, Regeln bemerkt und daraus Resultate

gezogen werden können, die den Physikern bis jetzt noch ziemlich unbekannt sind.

§. 10.

Der Meßtisch als Winkelmesser.

Der Meßtisch kann auch als Winkel- oder Gradmesser gebraucht werden, besonders wenn an der Visirregel ein Fernrohr angebracht ist, welches leicht geschehen kann. Um aber einen Winkel sogleich zu messen, indem seine Schenkel auf dem Meßtisch aufgerissen sind, nehme man die größte Länge der Visirlinie, die auf dem Meßtisch mit Hülfe des Visirlineals gezogen werden kann, schneide von dem einen Schenkel den möglich längsten Radius gleich 1, nach einem so richtig als möglich eingetheilten tausendtheiligen Maßstabe ab, und messe den Abstand dieses Endpunktes vom andern Schenkel, in Theile dieses Maßstabes, so hat man das Verhältniß des Sinus zum Radius. Es sey z. B. 0,619 : 1; so ist Log. 0,619 = 0,7916906 − 1

$$+10$$

Log. Sinus = 9,7916906

hierzu gehört der Winkel von 38° 15′.

Aus der Formel ergibt sich, daß man bloß dem Log. der Zahl des Sinus, wenn sie Zehntheile enthält, wie hier, die Kennziffer 9; wenn sie Hunderttheile enthält, die Kennziffer 8, und wenn sie bloß Tausendtheilchen enthält, die Kennziffer 7 geben dürfte, um sogleich den Log. Sin. des Winkels zu haben. So gäbe 0,619 = den Winkel von 38°, 14′, 35″; 0,0619 den von 3°, 33′; 0,0062 aber den Winkel von 21′, 20″. Mehrerer Richtigkeit wegen muß man nicht größere Winkel, als 60° messen. Mit einem Meßtisch von 14 Zollen, einer eben so langen Regel, einem Stangenzirkel und einem Maßstabe, bei welchem die Zehntausendtheilchen noch zu schätzen sind, kann man die Winkel, welche nicht spitzer als 60° sind, bis auf 30 Sekunden genau messen, welche Genauigkeit bei einer

militairisch-topographischen Aufnahme vollkommen hinreichend ist. Wenn anders nur die Dreiecke auf dem Boden gut gewählt werden, was eine Hauptsache ist, dann reicht der Meßtisch hin, ein trigonometrisches Netz von einem Lande von 20 bis 30 Meilen im Durchmesser zu entwerfen.

Erläuterung: Um sich hierbei keiner logarithmischen Rechnung bedienen zu dürfen, kann folgende Tabelle dienen; sie enthält die Sinus, Cosinus und Tangenten von 0 bis 45° bis auf Tausendtheile des Halbmessers.

Gr.	Min.	Sinus.	Cosinus.	Tangenten.	Gr.	Min.	Sinus.	Cosinus.	Tangenten.
—	30	0,0087	0,9999	0,0087	15	—	0,2588	0,9659	0,2680
1	—	0,0174	0,9998	0,0174	15	30	0,2672	0,9636	0,2773
1	30	0,0262	0,9996	0,0262	16	—	0,2756	0,9612	0,2867
2	—	0,0350	0,9994	0,0352	16	30	0,2840	0,9588	0,2962
2	30	0,0436	0,9990	0,0436	17	—	0,2923	0,9563	0,3057
3	—	0,0523	0,9986	0,0524	17	30	0,3007	0,9537	0,3153
3	30	0,0610	0,9981	0,0611	18	—	0,3090	0,9510	0,3249
4	—	0,0697	0,9975	0,0699	18	30	0,3173	0,9483	0,3346
4	30	0,0784	0,9969	0,0787	19	—	0,3255	0,9455	0,3443
5	—	0,0871	0,9962	0,0875	19	30	0,3338	0,9426	0,3541
5	30	0,0958	0,9954	0,0963	20	—	0,3420	0,9397	0,3639
6	—	0,1045	0,9945	0,1051	20	30	0,3502	0,9366	0,3749
6	30	0,1132	0,9935	0,1140	21	—	0,3583	0,9336	0,3838
7	—	0,1222	0,9925	0,1228	21	30	0,3665	0,9304	0,3939
7	30	0,1305	0,9914	0,1316	22	—	0,3746	0,9272	0,4040
8	—	0,1392	0,9902	0,1405	22	30	0,3827	0,9238	0,4142
8	30	0,1481	0,9890	0,1494	23	—	0,3907	0,9205	0,4244
9	—	0,1564	0,9876	0,1583	23	30	0,3987	0,9170	0,4348
9	30	0,1650	0,9863	0,1673	24	—	0,4067	0,9135	0,4452
10	—	0,1736	0,9848	0,1763	24	30	0,4147	0,9099	0,4557
10	30	0,1822	0,9832	0,1853	25	—	0,4226	0,9163	0,4663
11	—	0,1908	0,9816	0,1944	25	30	0,4305	0,9026	0,4769
11	30	0,1993	0,9799	0,2034	26	—	0,4383	0,8988	0,4877
12	—	0,2079	0,9781	0,2125	26	30	0,4461	0,8949	0,4986
12	30	0,2164	0,9763	0,2217	27	—	0,4539	0,8910	0,5095
13	—	0,2249	0,9743	0,2308	27	30	0,4617	0,8870	0,5205
13	30	0,2334	0,9723	0,2400	28	—	0,4694	0,8829	0,5317
14	—	0,2419	0,9703	0,2493	28	30	0,4771	0,8788	0,5429
14	30	0,2504	0,9681	0,2586	29	—	0,4848	0,8746	0,5543

Gr.	Min.	Sinus.	Cosinus.	Tangenten.	Gr.	Min.	Sinus.	Cosinus.	Tangenten.
29	30	0,4924	0,8704	0,5657	37	30	0,6087	0,7933	0,7673
30	—	0,5000	0,8660	0,5773	38	—	0,6156	0,7880	0,7813
30	30	0,5075	0,8616	0,5890	38	30	0,6225	0,7826	0,7954
31	—	0,5150	0,8571	0,6008	39	-	0,6293	0,7771	0,8098
31	30	0,5225	0 8526	0,6128	39	30	0,6360	0,7716	0,8243
32	—	0,5299	0,8480	0,6248	40	—	0,6428	0,7660	0,8390
32	30	0,5373	0,8434	0,6371	40	30	0,6494	0,7604	0,8541
33	—	0,5446	0,8386	0,6494	41	—	0,6560	0,7547	0,8692
33	30	0,5519	0,8340	0,6618	41	30	0,6626	0,7489	0,8842
34	—	0,5592	0,8290	0,6745	42	—	0,6691	0,7431	0,9004
34	30	0,5664	0,8241	0,6872	42	30	0,6756	0,7372	0,9163
35	-	0,5735	0,8191	0,7002	43	-	0,6819	0,7313	0,9325
35	30	0,5807	0,8141	0,7133	43	30	0,6883	0,7253	0,9489
36	—	0,5878	0,8090	0,7265	44	—	0,6946	0,7193	0,9656
36	30	0,5948	0,8038	0,7399	44	30	0,7009	0,7132	0,9827
37	—	0,6618	0,7986	0,7535	45	—	0,7071	0,7071	1,0000

Der Gebrauch dieser Tabelle soll durch das vorstehende, mittels Logarithmen berechnete Beispiel erläutert werden.

Wenn die ganze Länge des tausendtheiligen Maßstabes zum Sinustotus = 1 angenommen wird, so ist, nach dem hier angeführten Beispiele, der gemessene Sinus 0,619 Theile des Maßstabes. Diese Anzahl Theile fällt in die Spalte der Sinus, zwischen 0,6156 und 0,6225, das heißt: das Gradmaß des Winkels ist größer wie 38°, und kleiner als 38° 30′. Um die einzelnen Minuten zu erhalten, finde man den Unterschied des nächst größeren und nächst kleineren Sinus 0,6225 — 0,6156 = 0,0069; so wie den Unterschied des gemessenen und des nächst kleineren Sinus (0,6190 — 0,6156) = 0,0034, und schließe sodann:

$$\underline{0{,}0069 : 0{,}0034 = 30' : x' \text{ oder}}$$

$$\underline{69 : 34 = 30' : x'}$$

$$x' = \frac{30 \times 34}{69} = \frac{10 \times 34}{23} = 14\tfrac{18}{23}{}'$$

der gemessene Winkel ist demnach nur um $\frac{5}{23}'$ von dem, in der logarithmischen Berechnung gefundenen, unterschieden. F.

Die Sehne eines Winkels von 1′ ist auf 30 Meilen ziemlich 105 Ellen, die militairische Meile zu 12,000 Ellen gerechnet, und ungefähr so groß wäre der Fehler, den man begehen könnte, wenn etwa die Winkel um 1 Minute auf 4—5 in dieser Entfernung zu nehmenden Standpunkten abwechselnd falsch gemessen würden, und eben so groß und noch größer möchte wohl auch der Fehler bei der astronomischen Ortbestimmung seyn. Aber dieser Fehler kann nicht bestehen bei dem Verfahren, welches in der Folge beschrieben werden wird; er wird bald entdeckt und verbessert.

§. 11.

Astronomisch-trigonometrisches Netz mit der Höhenbestimmung.

Bei der Aufnahme eines großen Landes können demnach mehrere Orte, die wenigstens 30 Meilen weit aus einander liegen, astronomisch, nach ihrer geographischen Länge und Breite, auf das allergenaueste bestimmt und die Mittaglinien derselben auf dem Boden bemerkt werden. Diese Punkte bilden das große astronomische Netz. Bei der militairisch-geographischen Aufnahme eines Landes von 30 Meilen im Durchmesser reicht ein trigonometrisches Netz hin, wo alles in gleichem Maße genau an einen einzigen astronomisch bestimmten Punkt (der ein ausgezeichnetes Gebäude oder eine scharfe hohe Bergspitze seyn kann) angesetzt und nach der hier von den Astronomen gezogenen Mittaglinie orientirt wird. Die Seiten der Dreiecke in diesem Netze müssen so lang genommen werden, als es die Aussichten von den höchsten Punkten des Landes nur immer gestatten, denn je länger die Seiten, je weniger Dreiecke, und desto weniger Gelegenheit zum Irrthum; ihre Endpunkte können daher nur scharfe Bergspitzen, ausgezeichnete

einzelne Bäume, Thürme, Windmühlen ꝛc. seyn. Das Netz wird auf eine unmittelbar mit dem möglichsten Fleiße gemessene Basis, von wenigstens 5000 Ellen Länge, gegründet. Nach dieser gemessenen Basis ab bestimmt man, wie Fig. 2. Tab. XVIII. zeigt, durch doppelte Rechnung eine längere Linie cd, nach dieser noch eine längere ef, und sofort bis man eine Linie von etwa 100,000 Ellen hat, die wo möglich in einem Meridian liegt, und deren Lage man astronomisch orientiren und prüfen kann. Diese Linie nun dient eigentlich zur Basis des Hauptdreieck-Systems, zu dessen Winkelmessungen der oben genannte Bordaische Kreis, oder ein anderer genauer Winkelmesser, angewendet wird, im Fall man einen hat; außerdem reicht, wie schon gesagt, der Meßtisch hin, besonders wenn derselbe 20 bis 24 Zoll zur Seite, und die Regel mit Fernröhren dieselbe Länge hat. In jedes dieser großen Dreiecke wird ein System von kleinern Dreiecken gelegt, in welchen die Winkel in allen Fällen am beßten mit dem Meßtische gemessen und bloß construirt werden. Die Eckpunkte dieser Dreiecke der zweiten Ordnung können Thurmspitzen, Feueressen, einzelne Bäume oder ausgezeichnete Baumspitzen (die jedoch der Wind nicht biegt), große Steine ꝛc. seyn. Sie dürfen nicht breiter als höchstens 2 bis 3′, und nicht dünner als 30″ in's Auge fallen, damit sie der unter 30″ in's Auge fallende Faden des Objektiv-Diopters nicht ganz oder mehrfach decke. Denn es ist leichter, die Mitte eines 2 bis 3 Minuten dicken Gegenstandes zu fassen, als einen dünnen, den der Faden gänzlich deckt. Daher alle natürliche Objekte wegen ihrer Dicke besser sind, als künstliche Chalons oder Signalstangen. Nur muß der Faden des Diopters so dünn seyn, daß ihn das Auge noch eben fassen oder erkennen kann.

Das trigonometrische Netz wird in quadratförmige Sektionen von 1, 2 oder 3 Meilen abgetheilt, und der Abstand eines jeden Punktes von den sich senkrecht durchschneidenden

Abtheilunglinien berechnet. Bei diesen trigonometrisch bestimmten Punkten ist es gut, wenn ihrer zwei auf jeden Ueberzug des Meßtisches zu liegen kommen, indeß kann auch zuweilen von einem Meßtischüberzuge eine geometrisch bestimmte Linie auf den daran liegenden Ueberzug übergetragen werden, wenn sie nämlich noch auf den Rand fällt. Dem Aufnehmer werden dann die Abstände derselben, unter sich und von den senkrechten Abtheilunglinien, die jetzt Randlinien des aufzunehmenden Blattes werden, gegeben, nach welcher Angabe er sich die Linie auf seinen Meßtisch trägt, der mithin so groß ist, daß außerhalb dem aufzunehmenden Quadrate $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll breite Ränder vorstehen, auf welche noch Richtpunkte fallen können, die eigentlich in die daneben anstoßenden Blätter gehören. Außer den Horizontal-Abständen aller trigonometrisch bestimmten Richtpunkte, werden auch die Vertikal-Abstände oder die Höhen derselben über der Oberfläche des Meeres, oder bloß über dem niedrigsten Punkte des Landes, trigonometrisch bestimmt und dem Aufnehmer des topographischen Details gegeben, damit er durch Hülfe derselben die Höhen aller Bergkuppen und den Zusammentritt aller Bäche in seiner Gegend geometrisch bestimmen könne. Diese Kenntniß der Höhen hat oftmal für den Militair ein großes, fast größeres Interesse, als die Kenntniß der genauesten Horizontal-Entfernungen.

§. 12.

Geometrisches Netz.

Bei der militairischen Aufnahme eines Landes von geringerer Ausdehnung, und bei weniger Zeit und Hülfsmitteln, kann auch ein bloß geometrisches Netz mit dem Meßtisch in Grund gelegt werden; das Meßtischblatt wird zu dem Ende 24 Zoll zur Seite, und der Maßstab zwei- oder mehrmal kleiner als bei der topographischen Detail-Aufnahme gemacht. Mit diesem Meßtische und mit

Hülfe einer 30 Zoll langen Visirregel, kann das Netz für eine Landstrecke von 100 Quadratmeilen so weit aufgenommen werden, daß auf jeden Ueberzug des Meßtisches für die Detail-Aufnehmer, in der offenen übersehbaren Gegend, wenigstens 2, am beßten 3 Richtpunkte fallen, denn die richtige Lage dieser Punkte erprüft sich hierdurch am leichtesten, und der Detail-Aufnehmer controllirt dann den Trigonometer. Für waldige Gegenden werden aber so viel Richtpunkte als möglich in den Meßtischüberzug fallen müssen. Dieses Netz wird, wenn es fertig ist, auf dem großen Meßtische in Quadrate getheilt, die Abstände der Richtpunkte von diesen Quadratlinien nach dem verjüngten Maßstabe gemessen und so, wie vorhin bei dem trigonometrischen Netze gesagt worden, den Aufnehmern der Einzelheiten gegeben; dann kann das Detail des Landes in jedem vorgeschriebenen größern Maßstabe, als das Netz ist, aufgenommen werden, so daß auf ein Meßtischblatt 1, $2\frac{1}{4}$, 4, $6\frac{1}{4}$ oder 9 u. s. w., oder höchstens 25 Quadratmeilen fallen. Erlauben die Umstände nur den geometrischen Gebrauch eines einzigen Meßtisches bei der Aufnahme einer kleinen Landstrecke, so wird bloß ein geometrisches Netz, in dem topographischen Detail-Maßstabe, auf dem ersten Meßtischüberzug, aus der unmittelbar gemessenen Basis aufgetragen; auf jedem folgenden Ueberzug aber nur eine aus den vorigen Blättern mittelbar bestimmte Basis entlehnt und in denselben sogleich das Detail eingezeichnet.

Niemals dürfen die Richtpunkte auf einem besondern Meßtische bestimmt werden, um sodann das Netzblatt abzunehmen, auf einen andern Detail-Meßtisch zu legen, die Richtpunkte durchzustechen und danach das Detail aufzunehmen, weil durch das Zusammenlaufen oder Ausdehnen des vom Holze abgelöseten Papiers eine Verschiebung der Punkte und Veränderung des Maßstabes unvermeidlich ist, und weil es sodann mehr Zeit, Mühe und Wege kostet, die bestimmten Punkte aufzufinden, ihre Aussichten kennen

zu

zu lernen und ihre verschobene Lage zu berichtigen, als nöthig gewesen wäre, um die Punkte selbst richtiger zu bestimmen und sich dabei eine Uebersicht der Gegend zu verschaffen.

§. 13.

Das Detail-Aufnehmen überhaupt.

Der Aufnehmer des Details legt nach den unmittelbar gemessenen, oder nach den, aus dem trigonometrischen oder dem geometrischen Netze ihm gegebenen Linien andre Dreiecke von Richtpunkten auf seinem Meßtischüberzuge geometrisch in Grund; endlich werden auf diese Weise, das heißt, durch bloßes Visiren nach den Spitz- und Endpunkten, die Lage aller Gebäude, Mauern, Zäune, Wege, Bach- und Flußufer, Bäume, Säulen u. s. w. bestimmt, die horizontalen Grenzlinien der Figuren und der einzelnen Gegenstände zusammengezogen und die Bilder derselben eingezeichnet; so entstehet in der übersehbaren Gegend das topographische Charten-Gebilde, ohne daß etwas weiter unmittelbar gemessen wird, als die erste Basis des Hauptnetzes, und ohne daß man den übersehenen Boden überall betritt und Signale und Baken darauf aussteckt. Hierin also zeigt sich der Meßtisch als das Instrument, mit welchem am richtigsten, am schnellsten und wohlfeilsten, so aufzunehmen ist, daß es dem Landmann am wenigsten schadet, und im Kriege vom Feinde am wenigsten bemerkt und verhindert werden kann. Wer könnte wohl einen solchen Hauptvortheil bei Kriegs-Operationen verkennen? Ueberdies wird obige Art aufzunehmen das trefflichste und fast einzige Mittel zur Erwerbung und Uebung des geometrischen Augenmaßes, weil dadurch das Bild der Gegend auf dem Meßtische, so wie es nach und nach entstehet, immer mit dem Anblick der vor Augen liegenden Gegend überhaupt verglichen, auch eine große Menge Entfernungen und Winkel in den verschiedensten Lagen, unter allerlei Umständen, von

einem Standorte aus geschätzt, und jede Schätzung sogleich auf dem Papiere nachgemessen, mithin bei jeder Gesichttäuschung die Ursache derselben aufgesucht, und die Wahrheit derselben recht in das Auge geprägt werden kann. Angehenden Aufnehmern scheint es gewöhnlich, als gäbe es in jenen waldlosen, dürren Ländern und Gegenden von Norddeutschland, Polen, Rußland ꝛc. durchaus keine weit umher zu übersehenden Orte und keine natürlichen Gegenstände auf dem Felde, die zu Richtobjekten bestimmt und bei der Detail-Aufnahme benutzt werden könnten. Aber der Aufnehmer, dessen Auge schon geübt ist, entdeckt auch in den weitesten, steppenartigen Plänen erhabene Orte, und auf dem Boden natürliche Abzeichen genug, welche zu Richtpunkten dienen können. Ein Strauch oder eine Staude, ein Stein oder ein Erdhaufen, welcher letztere, wo es nöthig ist, sehr leicht errichtet werden kann, thun ihm eben die Dienste, wie Thurmspitzen, Feueressen, Kreuze ꝛc. Die scharfen Spitzen der letztern, auf welche man so genau visiren kann, fehlen freilich den Sträuchern, Stauden, Steinen, Erdhaufen ꝛc.; aber bei einiger Uebung des Auges fasset man mit dem Visire die Mitte eines solchen dicken Gegenstandes leichter und richtiger, als eine dünne Thurmspitze oder eine auf dem Felde ausgesteckte Stange.

§. 14.

In waldigen Gegenden.

Auf einer ganz mit Wald bedeckten Gegend, wo man sich niemals mehr als eine Aussicht nach einem neu zu bestimmenden Punkte verschaffen kann, ist das Aufnehmen mit dem Meßtische sehr einförmig, denn hier können nur immer ein Winkel und die den Winkel einschließenden Seiten gemessen und aufgetragen werden, wodurch dann die Aufnahme langwierig, mühsam und kostspielig wird, obwohl sie immer noch bei weitem schneller und leichter von statten geht, als mit der Scheibe oder der Boussole. Gestat-

tet eine Gegend aber Aussichten, und weiß der Aufnehmer diese so zu benutzen, wie es ein gründliches Studium der Mathematik möglich macht, so werden in dem Verhältnisse, als sich die Aussichten mehren, zwar auch die Arbeiten des Verstandes sich häufen; die Arbeiten des Körpers aber, und mit diesen der Zeit- und der Geldaufwand sich vermindern. Eine waldige Pläne gestattet die wenigsten Aussichten und ist am mühsamsten aufzunehmen, denn in Gebirgen, wenn sie auch noch so waldig sind, finden sich doch immer mehrere und größere Aussichten, die eine Bestimmung von und nach Hauptrichtpunkten gestatten. Bergige Gegenden, wenn sie nicht mit zusammenhängendem Wald bedeckt sind, gestatten die meisten und größten Aussichten, und deswegen ist das Aufnehmen im offenen Gebirge am leichtesten. Bei dem bisherigen Zustande der topographischen Meßkunst hat man aber diese Art von Gegenden gerade am schwierigsten, und die waldige Pläne am leichtesten gefunden, weil man gern alle Entfernungen unmittelbar messen wollte, und deswegen den aufzunehmenden Boden nothwendig betreten zu müssen glaubte. Beides ist aber schwer, überdies verderblich für die Früchte des Bodens, und mehrmals gar unmöglich, wegen der Felsen und Gebirge.

§. 15.

Ordnungfolge in der Arbeit.

Zur beßten Benutzung der Uebersichten muß der Aufnehmer, im Fall die gegebene Basis seines Blattes in der Tiefe läge, zuvörderst die höchsten und entferntesten Objekte der Gegend zu bestimmen suchen; dann aber, mit der ausführlichen Arbeit, von der Höhe nach der Tiefe hinab und aus der freien Gegend in die bedecktere hineingehen. So bleiben zuletzt bloß diejenigen Theile der Gegend übrig, in welchen, wegen gänzlichen Mangels der Aussichten, alle Entfernungen unmittelbar gemessen werden müssen. Bei dem umgekehrten Gange der Aufnahme würde einer verlei-

tet werden, Vieles mit großem Zeit- und Kostenaufwande unmittelbar zu messen, von dem sich nachher zeigen würde, daß es von den übersehbaren Standorten aus gar leicht mittelbar, mit großer Zeit- und Kraft-Ersparniß, in Grund hätte gelegt werden können.

Bei dieser wissenschaftlich-wirthschaftlichen Anordnung für den Gang des Aufnehmens, kommen die Wegelinien des Feldmessers nicht parallel (was auch ohnedies in gebirgigen Ländern gar nicht möglich wäre), sondern so zu liegen, daß von denselben und von allen dadurch zusammengereiheten Standorten, jeder Theil des offnen Bodens wenigstens zweifach gesehen wird. Sie betragen, bei einer klugen Auswahl, kaum den zehnten Theil der Länge, welche der Ingenieur bei Anwendung der Parallelmethode durchlaufen müßte, und nicht den hundertsten Theil der unmittelbaren Messungen. Sie gestatten auch, im Vergleich der sogenannten Parallelmethode, fast keine Fehler, die bei jeder unmittelbar zu messenden Linie unvermeidlich sind.

§. 16.

Elementar-Aufgaben *).

Der mathematisch-wirthschaftliche Gang der Aufnahme mit dem Meßtische in der übersehbaren Gegend beruhet auf der einzigen Angabe: Nach einer gegebenen Linie die

---

*) Das Etabliren des Meßtisches hat, gegen den Gebrauch des hier und da in Anwendung gebrachten Reflektors gehalten, den bedeutenden Vorzug, daß sämmtliche, bis zu 300 Schritt abwärts liegenden Gegenstände und Unebenheiten des Bodens, unmittelbar bei Bestimmung jedes Punktes, durch das sogenannte Rückwärts-Einschneiden, bloß mit Hülfe des einfachen Visir-Lineals auf das sorgfältigste einzutragen sind, weil man Bild und Gegenstand, während dieser Arbeit, gehörig orientirt vor Augen hat, und daher beide ununterbrochen gegen einander vergleichen kann; da hingegen der Gebrauch des Reflektors, als Winkelmesser betrachtet, zu Auftragung des Netzes, entweder eine trigonometrische Berechnung, oder die Hülfe eines zwei-

Entfernung anderer Gegenstände des Landbodens mittelbar zu bestimmen. Sie zerfällt, nach den möglicherweise dabei eintretenden Umständen, in folgende Elementar-Aufgaben. Man kann die Winkel, welche

---

ten Instruments, nämlich des Minuten-Transporteurs, nöthig macht. Bedient man sich aber des Reflektors bloß dazu, um die Schenkel der Winkel als Linien unmittelbar in das Netz einzuzeichnen, so leistet derselbe nicht mehr (und als Spiegel-Werkzeug betrachtet nicht einmal soviel) als ein gewöhnliches Visir-Lineal, welches zugleich bei Eintragung des Details mit Vortheil anwendbar ist. Der Vermesser mit dem Reflektor bedarf aber zu demselben Behufe noch eines dritten Instruments, nämlich der Patent-Boussole, des Wachs-Papieres zu Anschiebung der Winkel nicht einmal zu gedenken. Wie sehr sich jedoch auf Magnetnadeln zu verlassen ist, dieses können nur diejenigen mit voller Ueberzeugung beurtheilen, welche die von Lehmann aufgestellten Lehrsätze vorurtheilfrei geprüft, und sich dieselben durch wiederholte Anwendung zu eigen gemacht haben.

Sollten obige auf einander folgende Arbeiten bei Vermessungen mittels des Reflektors, in Verbindung des Minuten-Transporteurs und der Patent-Boussole, nicht eben soviel — ja noch mehr Zeit als das Etabliren des Meßtisches und dessen einfache Behandlung erfordern? und welches Bild wird wohl das ähnlichste seyn?

Auch sind die Lehmannischen Lehrsätze nicht bloß für militairische Aufnehmer bestimmt, welchen die Reflektoren und Patent-Boussolen zuweilen recht nützlich seyn mögen; denn gibt es außer diesen nicht auch Vermesser, die mehr auf treue Darstellung der Gegend, als auf Ersparniß einiger Minuten Zeit beim Netzlegen zu sehen haben? und wie viel Bedingungen sind bei Messung der Winkel mit dem Reflektor als Ausnahmen aufgestellt, die bei dem Gebrauche des Meßtisches gar nicht berücksichtiget werden. So heißt es z. B. in der Deckerschen Theorie und Zergliederung des Reflektors, Seite 17.:

1) Es ist zu vermeiden (mit dem Reflektor) Winkel zu messen, deren Schenkel von ungleicher Länge sind.
2) Winkel zwischen sehr nahe gelegenen Objekten können nur dann mit Genauigkeit gemessen werden, wenn diese mit dem Standpunkte des Auges in einerlei Horizontal-Ebene liegen.

die Gesichtlinien, nach den Objekten, mit der Basis machen, messen: entweder

A. auf beiden Enden der gegebenen Basis, oder
B. nur auf einem Ende, oder
C. auf keinem Ende, und dann nur
   1. auf der Verlängerung der gegebenen Linie,
   2. auf der Linie zwischen den Endpunkten, und
   3. außerhalb des Alignements der gegebenen Linie.

§. 17.

Den willkührlichen Standort zu finden.

Die mittelbare Messung der Entfernung eines Standortes von den Endpunkten der gegebenen Linie, oder, kurz gesagt, die Bestimmung des Standpunktes in den Fällen C. 1. 2. 3., ist nur auf einem zweiten genommenen Standorte möglich. Sind in der Folge der Aufnahme aber, außer den beiden Endpunkten der gegebenen Linie, noch ein

---

3) Wenn die Objekte sowohl gegen einander, oder gegen den Standpunkt des Auges bedeutend höher oder tiefer liegen, so muß die Messung solcher Winkel vermieden werden.

4) Hat man aber keine Wahl, kann ein solcher Winkel nicht durch Addition oder Subtraktion anderer, sondern nur unmittelbar gemessen werden, so darf er wenigstens nicht zu klein seyn (nicht kleiner als 15 bis 10 Grad).

5) Man muß sich üben, Vertikalen durch entfernte Objekte sowohl aufwärts als niederwärts zu legen, um bei Messung schiefer Winkel Bild und Gegenbild wenigstens vertikal unter einander zu stellen, wobei weit weniger gefehlt werden kann, als wenn man die Bilder durch bedeutende Neigung des Instruments zu gewaltsam zu vereinigen strebt.

6) Es ist dahin zu sehen, um einen Winkel genau zu messen, daß Bild und Gegenbild jederzeit in der Mitte des kleinen Spiegels, nicht aber am Rande desselben, unter einander gebracht werden.

F.

dritter Punkt, also die drei Seiten eines durch sichtbare Richtobjekte gebildeten Dreiecks, auf dem Felde bekannt, so kann jeder willkührlich genommene Standort sogleich bestimmt werden. Diese Aufgabe:

D. den willkührlichen Standort durch Visirlinien nach drei gegebenen Richtobjekten zu bestimmen, nennt man gewöhnlich: den Punkt durch Rückwärts-Einschneiden finden. Bei dieser Aufgabe sind nun wieder die unter C. 1. 2. 3. erwähnten Fälle möglich, wo dann der letztere Fall der schwierigste, aber auch derjenige ist, der am öftersten zur Anwendung vorkommt; weil es nämlich sehr bequem und Zeit ersparend ist, jeden Standort sogleich zu bestimmen, sobald man ihn betritt, da man oft die Vortheile desselben nicht eher gewahr wird, und ihn deshalb vorher weder aussuchen, noch durch ein Signal bezeichnen konnte, um ihn in ein Alignement zu bringen.

Für die Aufgabe D. findet man in Dupain de Montesson Kunst, alles in Grund zu legen; in Mayer's prakt. Geometrie; im Versuch eines geometrischen Augenmaßes; in dem Buche: Anleitung zum Feldmessen; in Vega's Vorlesungen über die Mathematik, und in einigen andern Schriften, mehrere Auflösungen, die in Betracht der Richtigkeit, der Einfachheit und Kürze sehr verschieden sind. Man bedarf bei diesen und bei allen Auflösungen, wie sie in den genannten und noch in vielen andern Schriften gelehrt werden, mehrerer Gehülfen, Signale, Baken, Pfähle; mehrerer Werkzeuge, als Magnetnadel, Zirkel, Reißbret, Transporteur rc.; mancherlei künstlicher und langwieriger Konstruktionen, welches alles Dinge sind, deren der Soldat und jeder andere Feldmesser so gern entübrigt wäre, und die der Erstere im Kriege beim Geschwindaufnehmen gar nicht haben kann, auch seiner Sicherheit wegen gar nicht gebrauchen darf, weil sie Aufsehen erregen. Bei den Auflösungen, die hier beschrieben werden sollen, kann man das alles entbeh-

ren und viel richtiger, leichter und kürzer zum Zwecke kommen, als mit diesen Geräthschaften, Gehülfen und Konstruktionen.

§. 18.

Auflösung der Elementar-Aufgabe unter A.

Da die Grundlinie in einem Alignement von bleibenden Gegenständen liegt, so hat man bei der Aufstellung des Meßtisches in dem einen Endpunkte nicht nöthig, den andern Endpunkt durch ein künstliches Signal zu bemerken. Man stellt nämlich den Meßtisch auf jeden Endpunkt in beiden sich kreuzenden Alignements auf, und legt die verzeichnete Grundlinie auf den Meßtisch, in die Vertikal-Ebene ihrer gleichnamigen des Feldes, indem man sie auf die Alignementspunkte richtet, und den Meßtisch in dieser Lage befestigt. Von den End- und Zwischenpunkten der Grundlinie aus werden die Visirlinien, nach den sichtbar ausgezeichneten Spitz- oder Eckpunkten der Gegenstände, welche zu Richtobjekten dienlich scheinen, ausgezogen, und die Namen oder unterscheidenden Merkmale der Objekte durch kurze Worte bemerkt, oder bloß die Anfangbuchstaben der Objekt-Namen beigesetzt. Der Durchschnittpunkt zweier gleichnamigen Visirlinien bezeichnet den Ort des Gegenstandes im Grundrisse, Tab. XVIII. Fig. 3. Wenn kein Fehler im Visiren oder im Abmessen der Grundlinie gemacht worden ist, so würde schon der Durchschnitt zweier Visirlinien den Ort des Gegenstandes auf dem Papier des Meßtisches bestimmen. Wäre aber ein Fehler im Abmessen der Linie gemacht, dann würden sich die drei gleichnamigen Visirlinien nicht in einem, sondern in drei verschiedenen Punkten schneiden, und zwar bei allen Gegenständen. Wäre aber ein Fehler im Visiren bloß an einem Orte und bei einer Linie gemacht worden, so würden sich nur an dem Objekte, nach welchem die fehlerhafte Visirlinie hinweiset, drei verschiedene Durchschnittpunkte ergeben. Der Fall ist nur

bei f, Fig. 3. Hier sieht man, daß eine von den drei nach f gezogenen Visirlinien af, bf oder cf, falsch ist; welche aber falsch ist, erfährt man durch eine vierte Visirlinie von h aus, wenn sie einen von diesen drei Durchschnittpunkten trifft. In einer Messung, die ganz richtig seyn soll, darf also kein Punkt, der nur durch zwei Visirlinien bestimmt ist, ohne Prüfung, mittels einer dritten Visirlinie, als richtig angenommen werden. Von jedem Standorte kann man einige Alignements über Gegenden hinziehen, in welchen sich mehrere Standorte nehmen lassen. Die Gegenstände, welche das Alignement bilden, mögen übrigens innerhalb oder außerhalb der Gegend liegen, deren Bild auf den Meßtischüberzug fallen wird; sie können beide, wie schon einmal gesagt worden, bloß nach einer Richtung vor- oder rückwärts hin, oder auch der eine vorwärts, der andere hinterwärts, also nach entgegengesetzter Richtung, liegen; sie dienen bloß dazu, um den Meßtisch auf jedem Standorte, der in der Vertikal-Ebene der Alignements-Objekte genommen werden könnte, geschwind und leicht einzustellen, und ihm diejenige Lage zu geben, bei welcher die bereits auf den Meßtisch getragenen Linien mit ihren gleichnamigen des Feldes parallel liegen, d. h. mit kurzen Worten: den Meßtisch orientiren.

Hierbei ist noch anzumerken, daß die Alignements über das ganze Blatt hin, oder (um den weißen, zur Bezeichnung bestimmten Raum zu schonen) auf den beiden gegenüberstehenden Rändern des Blattes ganz kurz angezeichnet werden, damit man das Lineal desto genauer wieder daran anlegen könne. So müssen auch je zwei Punkte, auf deren Linien man den Meßtisch stellen und orientiren will, so weit als möglich aus einander liegen, weil sich nach der Lage einer langen Linie eine andere richtiger legen läßt, als nach einer kurzen.

Erläuterung: Vor dem Aufnehmen selbst begehe man (wenn es die vorgeschriebene Zeit erlaubt),

mit der Schreibtafel in der Hand, die zu vermessende Gegend; bemerke die Lage und Namen aller Höhen, die eine freie Aussicht verstatten, so wie alle Gegenstände, die sich zu Richtpunkten eignen, und wähle eine schickliche Ebene zu Messung der Standlinie. Damit man aber ihre Lage nicht zu verpfählen braucht, so bringe man sie zuvörderst in ein Haupt-Alignement PQ, Tab. XX. Fig. 1., wovon die Richtpunkte entweder beide nach einer Seite hin liegen, und wovon der eine nahe, der andere aber weit entfernt seyn muß, oder wenn dieses nicht möglich seyn sollte, der eine vor- und der andere rückwärts aufzusuchen ist.

In diesem Haupt-Alignement sind die drei Punkte X, Y, Z für die Standlinie anzunehmen, deren Entfernungen mit der Weite der zu bestimmenden Punkte A und B ꝛc. im Verhältnisse stehen müssen. Damit man aber auch nicht nöthig hat, diese Punkte zu verpfählen, so gehe man in dem Haupt-Alignement, zuweilen rechts und links blickend, so lange vor- oder rückwärts, bis sich für jeden dieser drei Punkte ein scharfes, das erste durchschneidende Seiten-Alignement, z. B. RS, TU und VW, findet, und bemerke die Namen der angenommenen Richtpunkte, sowohl des Haupt- als der Seiten-Alignements, in der Schreibtafel, worauf das Messen der Standlinie XYZ vorgenommen werden kann.

So bald die Lage und Entfernung obiger drei Punkte nach dem verjüngten Maßstabe aufgetragen ist, so bringe man die verjüngte Standlinie xyz in das Haupt-Alignement PQ, und richte den gleichnamigen Punkt x des Meßtisches, mit Hülfe des Visirlineals, sowohl in das Haupt- als Seiten-Alignement PQ und RS genau und horizontal ein.

Mit einiger Uebung wird solches ohne weitere Hülfsmittel sehr geschwind zu bewerkstelligen seyn.

Sodann visire man aus X nach den bereits bemerkten und aufgeschriebenen Richtobjekten A, B ꝛc. Dasselbe Verfahren wird auch über den beiden noch übrigen Punkten der Standlinie Y und Z wiederholt, wo sich bei einem richtigen Verfahren die auf jedes Objekt gezogenen Visirlinien in einem gemeinschaftlichen Punkte durchschneiden werden.

Die gefundene verhältnißmäßige Lage aller visirten Richtpunkte auf dem Meßtische heißt das geometrische Netz dieser Gegend. Nicht bloß bei Vermessungen weit ausgedehnter Gegenden, sondern auch bei kleinen Fluren, die eine freie Umsicht verstatten, ist ein dergleichen Netz zu entwerfen nothwendig, damit man sich dieser Richtpunkte sodann bei der Detail-Vermessung zum Rückwärts-Einschneiden mit größtem Vortheile bedienen kann.

In Fig. 2. bezeichnen X und Y die Punkte der Standlinie auf dem Felde *), so wie x und y diese verhältnißmäßig gegebenen Punkte der verjüngten Standlinie auf dem Meßtische. Es soll die Lage der beiden Objekte A und B im Verhältnisse der Standlinie xy bestimmt werden.

Das Verfahren im Standorte I und II ist dem vorigen völlig gleich. Um aber die Richtigkeit der durch den zweiten Schnitt im Standorte II bestimmten Punkte 'a und 'b zu prüfen, das ist, die Punkte 'a und 'b zum dritten Male zu durchschneiden, so nehme man ein Seiten-Alignement PQ an; gehe in demselben eine beliebige Weite, z. B. bis nach dem Standorte III, fort; richte den Meß-

*) Sie sind in der Figur durch die gezeichneten Menselblätter bedeckt.

tisch gehörig ein, so daß das Seiten-Alignement $''p''q$ des Meßtisches in die vertikale Ebene des gleichnamigen auf dem Felde PQ zu liegen kommt; visire ferner aus dem Punkte $''x$ nach X und ziehe die Visirlinie rückwärts, bis das Alignement $''p''q$ in $''z$ durchschnitten wird, so ist das $\triangle XY''z$ dem $\triangle ''x''y''z$ ähnlich, weil dadurch der Winkel $XY''z$ dem Winkel $''x''y''z$ gleich wird, und $''z$ ist der verhältnißmäßige Punkt, über welchem der Meßtisch sich gegenwärtig befindet. Man visire endlich aus $''z$ zum dritten Male nach den Objekten A und B ꝛc., so werden die drei Visirlinien jedes Objekts, bei der Voraussetzung eines richtigen Verfahrens, sich in einem gemeinschaftlichen Punkte (hier in $''a$ und $''b$) schneiden.

Wollte man zugleich den Maßstab zur gegebenen verjüngten Standlinie xy finden, so messe man eine beliebige runde Zahl, z. B. 600, 800 ꝛc. Ruthen oder Schritte, in dem Alignement PQ ab, bringe den Meßtisch von dem Standorte II über den Endpunkt der gemessenen Linie, es möge hier der Standort III seyn, und verfahre auf dieselbe Weise. Hierdurch erhält man die verjüngte Größe der angenommenen und abgemessenen Anzahl von Ruthen oder Schritten, und kann den Maßstab danach eintheilen. F.

Mittels dieser Aufgaben können sehr viele Richtpunkte in Grund gelegt werden. Um aber noch viel mehr Richtpunkte zu bestimmen, die von den ersten drei Standorten nicht sichtbar sind, dienet:

§. 19.

Die Auflösung der Elementar-Aufgabe B.

Wenn in Tab. XVIII. Fig. 3. die Linie ag gegeben ist, und man sich bloß in den Endpunkt a stellen kann,

so wird von dort aus ein Alignement gegen h gesucht und ausgezogen, der Meßtisch in dasselbe, etwa bei h, aufgestellt und in's Alignement hi orientirt. Nun wird von dem Richtobjekte G durch den Punkt g auf dem Blatte die Visirlinie gh rückwärts gezogen, bis sie das Alignement ih durchschneidet; dieser Durchschnittpunkt ist der gesuchte Standpunkt. Wären nun vom Standpunkte a mehrere Objekte visirt worden, z. B. k, so werden von h aus neue Visirlinien dahin gezogen, und dieses Objekt dadurch in den Grund gelegt.

Von hier aus könnten nun auch solche Objekte wie f bestimmt werden, deren Visirlinie sich von den drei Standpunkten a, c und b nicht in einem Punkte durchschnitten hätten. Durchschneiden die von h aus gezogenen Visirlinien die aus a und b nach f gezogenen in ihrem Durchschnittpunkte, so ist bloß von c aus eine falsche Visirlinie nach f gezogen worden. Je zwei bereits bestimmte, weit aus einander liegende Punkte, wie d und g, sind bei Gelegenheit als ein Alignement zu benutzen, und man kann den Meßtisch auf der Verlängerung der Linie, durch diese zwei Punkte in l oder m, auch zwischen den Punkten d und g einstellen, ihn mittels dieses Alignements orientiren und von einem bereits bestimmten, seitwärts liegenden Punkte so abschneiden, wie vorhin den Punkt h von g. Von diesen, so wie von allen übrigen gefundenen und bestimmten Standpunkten können nun Visirlinien nach allen umherliegenden Gegenständen gezogen, und solche dadurch so genau, wie die Haupt-Richtobjekte selbst, bestimmt werden.

Erläuterung: Es mögen X und Y, Tab. XX. Fig. 3., zwei gegebene Punkte seyn, jedoch unter der Bedingung, daß der Meßtisch nur über den Punkt Y aufzustellen ist. Man bringe letzteren über Y und richte ihn dergestalt ein, daß derselbe eine horizontale Lage erhält, ferner y über Y senkrecht, und die verjüngte Standlinie xy in XY zu liegen

kommt; visire aus y nach den zu bestimmenden Objekten A und B 2c.; ziehe die Visirlinie ya und yb; suche ein Seiten-Alignement PQ, welches die gegebene Standlinie ziemlich rechtwinkelig durchschneidet, und ziehe es durch die Linie pq auf dem Meßtisch; gehe dann eine beliebige Weite, z. B. bis zum Standorte II, fort; orientire den Meßtisch wie gewöhnlich; verlängere die Visirlinie X'x rückwärts, bis das Alignement 'p'q in 'z durchschnitten ist: so ist das Dreieck XY'z dem Dreiecke 'x'y'z ähnlich und 'z der verhältnißmäßig liegende Punkt, über welchem der Meßtisch sich gegenwärtig befindet.

Von 'z aus visire man nach den Objekten A, B 2c. und durchschneide die in dem ersten Standorte nach diesen Punkten gezogenen Visirlinien a'y' und b'y', so wird dadurch jedem dieser Punkte seine verhältnißmäßige Lage in a' und b' angewiesen.

Um sich endlich von der Richtigkeit dieses Verfahrens zu überzeugen, nehme man ein zweites Seiten-Alignement, z. B. RS, an; gehe darin ebenfalls eine beliebige Weite, z. B. bis zum Standorte III, fort; orientire den Meßtisch in das Alignement RS; visire aus ''x nach X und aus ''y nach Y, und ziehe die Visirlinien rückwärts: so werden sie sich in einem gemeinschaftlichen Punkte ''u des Alignements ''r''s durchschneiden und den gegenwärtigen verhältnißmäßigen Standpunkt ''u bestimmen, aus welchem die dritte Gesichtlinie nach den Objekten A und B gezogen werden kann. F.

§. 20.

Auflösung der Elementar-Aufgabe C. 1.

Wären die Endpunkte einer bekannten, auf dem Meßtische abgesteckten Linie ab, Tab. XVIII. Fig. 4., zwei

Kirchthürme oder Feueressen gegeben, auf welche man den Meßtisch nicht stellen kann, und sollte danach ein Standort, der irgendwo neben der Linie ab liegt, genommen und bestimmt werden: so kommt es darauf an, die Linie ab auf dem Tische mit ihrer gleichnamigen AB auf dem Felde parallel zu legen; bei dieser parallelen Lage dürften alsdann nur von A und B *) die Visirlinien durch die Richtpunkte a und b rückwärts gezogen werden, so würde ihr Durchschnitt den Standpunkt geben. Um diese Orientirung zu bewirken, ist vorher ein Standort in der Linie ab, oder in deren Verlängerung zu nehmen. Man stelle also den Meßtisch in die Verlängerung von AB, orientire ihn und nehme in der verlängerten Linie ab einen Punkt c einstweilen willkührlich für den Standpunkt an, und ziehe von derselben aus nach allen zu bestimmenden Gegenständen d, e, f rc. Visirlinien; auch ein Alignement ch, seitwärts über eine Gegend hin, wo man den zweiten Standort nehmen und die beiden Objekte a und b sehen kann (ein solches Alignement kann schon vor der Aufstellung des Tisches gewählt, und der Standort zugleich in demselben und in der Linie ab liegend genommen werden); setze in diesem neuen Standorte den Meßtisch in's Alignement, orientire ihn auf dasselbe, und ziehe von den beiden gegebenen Punkten a und b die Visirlinie rückwärts, so gibt ihr Durchschnitt i den wahren Standpunkt; von diesem ziehe man mit hc eine Parallele ik, so gibt k die richtige Lage des vorigen Standpunktes. Durch k ziehe man nun mit ce, cd, ef rc. Parallelen, und von dem Standpunkte i Visirlinien nach den gleichnamigen Gegenständen, auf welchen die neuen Parallelen von k ausgehen; wo sich diese gleich-

---

*) Die großen Buchstaben bezeichnen in dieser, so wie auch in den folgenden Figuren von Tab. XVIII., allezeit die Punkte auf dem Felde, und sind in diesen Figuren selbst nicht mit angegeben.

namigen Visirlinien durchschneiden, da sind die Grundlagen der Gegenstände dd, ee, ff. Von diesen, so wie von jedem andern richtigen Standpunkte, können nun Visirlinien auf neue Gegenstände, die von den vorigen Punkten noch nicht sichtbar waren, hingezogen werden.

Erläuterung: Vorausgesetzt, daß der Meßtisch über keinen der beiden gegebenen Punkte X und Y, Tab. XX. Fig. 4., gebracht, jedoch in die Verlängerung der Linie XY aufgestellt werden kann, so verfahre man auf folgende Weise: Die gegebene Standlinie xy, Fig. 4. Tab. XX., des Meßtisches wird mit beliebiger Entfernung in das Alignement der beiden Objekte XY im Standort I eingerichtet; die Visirnadel sodann in einen der Entfernung von den Objekten angemessenen, jedoch aber bloß in den, durch das Augenmaß bestimmten Punkt r in der Verlängerung von xy eingesetzt und aus r Visirlinien ra und rb nach A und B gezogen.

Ob nun schon der gemeinschaftliche Scheitelpunkt dieser Winkel auf dem Meßtische nur nach dem Augenmaße angenommen ist, so sind die an demselben vereinigten Winkel den Winkeln des wahren, zwar noch nicht bestimmten, aber beim wirklichen Vermessen höchstens einen halben oder Viertelzoll davon entfernten Punktes vom gegenwärtigen Stande völlig gleich zu setzen. Denn vergleicht man diese sehr kleine (nicht als verjüngt anzusehende) Entfernung gegen die große Entfernung der Objekte, oder untersucht man diese Abweichung trigonometrisch, so wird man finden, daß der dadurch entstehende unmerkliche Fehler völlig für Nichts zu achten ist, und die gezogene Visirlinie als in der Vertikal-Ebene des Alignements liegend betrachtet werden kann.

Es ist also nur noch der richtige Scheitelpunkt die-

dieser Winkel zu bestimmen, und sodann sind die aus r gezogenen Visirlinien an denselben parallel zu ziehen, welches auf folgende Weise geschiehet:

Durch den Punkt r wird im Standorte I ein willkührliches Alignement, z. B. PQ, jedoch unter einem etwas spitzen Winkel angenommen, damit man sich den Objekten X und Y mehr nähert und dadurch von selbigen einen zu spitzen Rückschnitt vermeidet. Man gehe nun in diesem Alignement eine beliebige Weite, z. B. bis in den Standort II, fort; richte den Meßtisch in das Alignement PQ; ziehe die Visirlinien X'x und Y'y rückwärts, so werden sie sich (diesesmal aber nicht in der Alignementslinie 'p'q, sondern in einem außerhalb derselben liegenden Punkte) in 'z durchschneiden. Durch dieses Verfahren wird nun der Winkel XRQ dem Winkel 'x'rQ gleich, folglich ist das Dreieck XY'z dem Dreiecke 'x'y'z ähnlich, und daher 'z der richtig liegende Punkt des gegenwärtigen Standortes.

Um dem Standpunkte in I seine verhältnißmäßige Lage auf dem Meßtische anzuweisen, visire man in II aus 'z auf den vorigen Standort, oder, welches gleichviel ist, auf den entfernten Alignementspunkt P, da er mit demselben, beim wirklichen Vermessen, von dem Meßtische aus betrachtet, in einer und derselben Linie liegt, und durchschneide die verlängerte Standlinie 'x'y in 'm; denn durch dieses Verfahren sind aus den bereits angeführten Gründen die Linien 'zP und QP als in einander liegend anzusehen *).

*) Dieses Ineinanderfallen der Linien kann freilich in der Figur, wegen der, für die kleine Entfernung der Objekte, zu unverhältnißmäßig groß angenommenen Menselblätter, nicht so

An diesen Punkt ′m ziehe man mit den, im Stande I erhaltenen Visirlinien ar und br Parallelen, welches dadurch sehr leicht zu bewerkstelligen ist, daß man das Visirlineal an jede aus ′r gezogene Visirlinie anlegt und bemerkt, welcher entfernte Gegenstand C und D durch das Haar des Diopters gedeckt wird, sodann das Lineal an den Punkt ′m bringt und es auf dieselben Gegenstände, C und D, hinrichtet. Die in dieser Richtung gezogenen Visirlinien ′m′a und ′m′b sind sodann mit jener als gleichlaufend anzusehen, weil beträchtliche Theile von Visirlinien, welche aus nahe liegenden Punkten auf einen weit entfernten Punkt gezogen, als vollkommen parallel angesehen werden können. Die erstere Linie wird sodann weggewischt, und mit den übrigen eben so verfahren.

Endlich lege man das Visirlineal an den Punkt ′z, welcher als der gegenwärtig verhältnißmäßig liegende Standpunkt anzusehen ist, und durchschneide die nunmehr berichtigten Visirlinien ′a′m und ′b′m ꝛc., indem man auf die gleichnamigen Objekte A und B ꝛc. visirt.

Der auf der Mensel zu bestimmende Standpunkt ″k in III wird durch ein Seitenalignement V W, und durch Zurückziehung der Visirlinie X″x und Y″y gefunden, und zwar auf eben die Weise, wie bereits zu Ende des 5ten §. gezeigt worden ist. Zuletzt durchschneide man aus ″k die Punkte des Netzes ″a und ″b ꝛc. zum dritten Male. F.

überzeugend vorgestellt werden, als auf dem Felde, wo der ganze Meßtisch, als ein Punkt betrachtet, mit dem vorigen Standpunkte und dem weit entfernten Alignementspunkte P in gerader Linie sich befindet.

§. 21.

Aufgabe C. 2.

Sollte der Meßtisch nicht auf der Verlängerung von AB, sondern bloß auf der Linie zwischen den beiden Endpunkten AB aufgestellt werden können, so gehe man in der Gegend der vermeinten Linie, z. B. in m, mache ein Zeichen auf dem Boden, und gehe von demselben in gerader Linie gegen den einen Endpunkt, z. B. gegen A bis in n, drehe sich nach zurückgelegten 50 oder 100 Schritten um, und sehe, ob die Gesichtlinie über das gemachte Zeichen m hin das Objekt B trifft, wo nicht, so schätze man die Entfernung, wie weit sie vorbei streicht; sie sey hier ungefähr 80 Schritte. Wenn nun der Ort n, wo man stehet, so läge, daß sich nB zu nA etwa wie 4 zu 5 verhielte, so hat man von n bis an die Linie AB $\frac{80 \times 5}{(5+4)} = 44$ Schritte. So viel Schritte gehe man von n gegen die Linie AB, stelle nun den Meßtisch auf, richte die Linie ab auf dem Tische gegen eines ihrer gleichnamigen Richtobjekte, und sehe zu, ob die Richtung der Linien auch rückwärts auf das andere Richtobjekt trifft; wo nicht, so verbessere man den Standort wie vorhin. Nach einigen Versuchen kommt der Tisch in die gesuchte Linie zu stehen. Nun wird ein willkührlicher Punkt in der Linie als Standpunkt angenommen und weiter wie bei C. 1. verfahren, wo der Meßtisch auf der Verlängerung stand. Dieses Verfahren, sich in eine Linie zu stellen, kann auch eben so in den Fällen angewendet werden, wo zwei Alignementsobjekte außerhalb dem Blatte liegen und gar nicht als Richtpunkte in Grund gelegt sind, wovon vielmehr nur die Richtung derselben auf dem Rande der Mensel bemerkt ist.

Erläuterung: Unter vorstehender Bedingung, daß der Meßtisch weder auf die gegebenen Punkte X und Y, noch in die Verlängerung XY aufzustellen ist, sondern zwischen diesen beiden Punkten in das Alig-

nement eingerichtet werden muß, bringe man die verjüngte Standlinie des Meßtisches xy, Fig. 5. Tab. XX., zwischen die beiden gegebenen Punkte X und Y, nach Anleitung des 21sten §., und verfahre übrigens wie in vorhergehendem Falle. Die Visirnadel wird nämlich, nach den Entfernungen der Punkte X und Y vom Meßtische, in den durch das Augenmaß verhältnißmäßig bestimmten Punkt r eingestochen; aus selbigem Visirlinien nach den Objekten A und B gezogen; ferner ein Alignement PQ durch den Punkt r genommen; der Meßtisch in beliebige Weite, z. B. in II, aufgestellt und gehörig orientirt. Man ziehe nun die Visirlinien X'x und Y'y rückwärts, wodurch der Punkt 'z bestimmt wird; visire aus 'z nach dem Alignementspunkte P und durchschneide die gegebene Standlinie 'x'y in 'm; ziehe auf die schon beschriebene Weise mit 'a'r und 'b'r Parallelen aus 'm, und durchschneide sie mit den aus 'z auf die gleichnamigen Objekte gerichteten Visirlinien. Der dritte verhältnißmäßig liegende Standort ''u ist durch das Alignement RS und dasselbe Verfahren, wie in §. 5. und §. 6., zu bestimmen und die Punkte ''a, ''b 2c. des Netzes zum dritten Male zu durchschneiden. F.

§. 22.

Aufgabe C. 3.

Kann der Meßtisch bloß seitwärts der gegebenen Linie, welche durch die Objekte AB gehet, aufgestellt werden, wie in Tab. XVIII. Fig. 5 und Fig. 5* bei p, so orientirt man ihn nur ungefähr, ziehet von den Endobjekten der Linie A und B, durch die auf dem Papiere verhältnißmäßig gegebenen gleichnamigen Punkte ab, die Visirlinien ap und bp rückwärts, und nimmt den Durchschnittpunkt derselben in p einstweilen für den Standpunkt an. Von dem-

selben aus ziehet man nach den zu bestimmenden Gegenständen des Feldes, z. B. nach den Objekten C, D und E hin, die Visirlinien pc, pd, pe ꝛc.; legt auch seitwärts über eine Gegend hin, wo sowohl A und B, als auch die aufs neue zu bestimmenden Objekte C, D, E sichtbar seyn möchten, ein Alignement ps; stellt den Meßtisch in dasselbe, und zwar in der Gegend f auf; orientirt ihn mittels dieses Alignements in die vorige Lage; ziehet dann vom Objekte A die Visirlinie rückwärts durch den Punkt a, bis an die Linie ps (wo diese in f durchschnitten wird, sey der Standpunkt); von diesem aus visire man auf das Objekt B, und ziehe die Visirlinie, welche dann freilich den Punkt B nur treffen würde, wenn zufällig ab mit AB parallel läge, was aber nicht denkbar ist. Wo man die Visirlinie fh die Linie pb, oder deren Verlängerung bg durchschneidet, da würde die Grundlage von B hinfallen, wenn pf eine gleich vom Anfange willkührlich angenommene Standlinie wäre, und deshalb wird die Linie ah mit AB parallel liegen. Es soll aber ab mit AB parallel laufen; deswegen muß nun die Lage des Meßtisches um den Winkel bah verbessert, oder die Linie ab in die Lage von ah gebracht werden. Mit Hülfe des Visirlineals, das man an ah legt, sehe man also zu, welch entferntes merkbares Objekt x des Feldes in der verlängerten Linie ah liegt, lege dann das Lineal an ab und drehe den Meßtisch, bis der Faden das Objekt x deckt, so ist die Lage des Meßtisches um den Winkel bah verbessert, und ab nunmehr mit AB des Feldes parallel gelegt. Ziehet man nun die Visirlinien von den Objekten A und B durch ab rückwärts aus, so ist der Durchschnittpunkt i der wahre Standpunkt. Wird von i aus auf die Alignementsobjekte s visirt, welche vorhin die Richtung von p nach f angaben, so liegt der vorige Standpunkt in dieser Linie, z. B. in ik. Um diesen zu bestimmen, ziehe man die Linie al auf obige Weise, so, daß sie mit ap einen Winkel pal, gleich dem

Verbesserungwinkel bah, macht; wo sich nun beide Linien ik und al durchschneiden, ist m der vorige wahre Standpunkt. Hat man diesen, so können auch von dem Punkte m aus die gerade Linien mn, mo, mq ꝛc. so gezogen werden, daß sie mit der von p aus gezogenen Visirlinie einen Winkel, gleich dem Verbesserungwinkel bah, machen, denn dieses ist eben so gut, als wären die Visirlinien nach c, d und e gleich von m aus gelegt worden. Von i aus können alsdann die Objekte C, D, E ꝛc. nochmals abvisirt werden, wo nun diese Linien die Linien mn, mo, mq durchschneiden, da sind die Grundlagen der Objekte C, D, E in n, o, q. Auf welche Seite der vorigen, von p aus gezogenen Visirlinie die neue von m aus gelegt werden müsse, ergibt sich nach einiger Betrachtung aus der Figur, wenn man die Drehung des Meßtisches bei der Verbesserung bedenkt. Daß die beschriebene Auflösung dieser Aufgabe auf beide Fälle paßt, welche beide Figuren 5 und 5* darstellen, ist leicht einzusehen.

Erläuterung: Ein Hinderniß, z. B. ein Fluß, verbiete die Annäherung bis zur Standlinie und deren Alignement; man ist deshalb genöthiget, den Meßtisch seithalben der Standlinie einzusetzen.

Es soll jedoch auch in diesem Falle die Lage der Hauptpunkte verhältnißmäßig bestimmt werden. Diesen Bedingungen gemäß stelle man den Meßtisch in irgend einem Punkte auf, aus welchem man die mehrsten Hauptpunkte sehen kann, z. B. in Z, Fig. 6. Tab. XX.; richte die verjüngte Standlinie xy nach dem Augenmaße ein, weshalb sie in den meisten Fällen eine convergirende Lage gegen die gleichnamigen Punkte XY auf dem Felde erhalten haben wird. Nachdem dem Meßtische eine horizontale Lage gegeben worden ist, setze man die Visirnadel in x, sodann in y ein; ziehe aus ersterem Punkte eine Visirlinie nach X, so wie aus den andern nach Y

rückwärts, bis sie sich in z schneiden; nehme sodann ein willkührliches Alignement RS an; bemerke selbiges auf dem Meßtische durch die Linie rs; auch ist die Visirlinie zy durch y um etwas, z. B. bis m, zu verlängern. Sodann wird die Nadel in z eingesetzt und $z\alpha$, $z\beta$ ꝛc. nach A und B ꝛc. gezogen, wodurch die Winkel $xz\alpha$, $xz\beta$, $xz\varsigma$ von z aus richtig bestimmt sind.

Weil aber XYZ und xyz keine ähnlichen Dreiecke bilden, so deutet der Durchschnittpunkt z auch nicht den gegenwärtigen Standpunkt Z verhältnißmäßig an. Dennoch gehe man, wenn zuvor ein Stab in Z eingesetzt worden ist, in das Alignement RS eine beliebige Weite, z. B. bis W, fort, und richte r′s′ in RS gehörig ein; visire aus x′ nach X und schneide r′s′ in w.

Von W aus visire man aus w nach Y, und schneide die im ersten Standorte gezogene Visirlinie zm′ in p; lege das Lineal an x′ und p, und merke sich einen entfernten Gegenstand, auf welchen das Haar des Objektiv-Diopters gegenwärtig trifft, derselbe sey z. B. U, so wird xU nach geometrischen Gründen mit XY gleichlaufend seyn.

Man bringe nunmehr das Visirlineal an die convergirende Linie x′y′, und merke einen beliebigen, aber entfernten Gegenstand V, welcher in dieser Gesichtslinie liegt.

Der Deutlichkeit halben soll in der Folge x′U die parallele, und x′V die convergirende Richtung heißen. Wären keine merkbaren Gegenstände, V und U, vorhanden (welcher Fall sich aber selten ereignen dürfte), so bezeichne man beide Richtungen durch einzusetzende Stäbe.

Angenommen, daß gegenwärtig das Visirlineal an x′y′ liege, und folglich convergirend gerichtet

sey, so drehe man den Meßtisch, nebst dem darauf liegenden Visirlineal, mittels der Schraube ohne Ende, in die Parallel-Richtung $x'U$, so daß y' nach y'' zu liegen kommt.

Anmerkung. Hier bezeichnet x' den Drehpunkt der Linie $x'y'$, welches in der Wirklichkeit nicht Statt findet, indem die horizontale Bewegung des Meßtisches um seine in der Mitte befindliche Achse geschiehet, und deshalb x' um ein Geringes aus seiner Lage gebracht wird. Vergleicht man aber diese unbedeutende Veränderung der Lage der Linie $x'y'$ gegen die weite Entfernung der Objekte V und U, so wird man leicht einsehen, daß es gleichgültig ist, ob man das Visirlineal an einen oder den andern Punkt anlegt.

Weil nun aber $x'y''$ mit XY parallel läuft, so kann durch Zurückziehung der Visirlinien Xx' und Yy'' das ähnliche Dreieck $x'y''w'$ construirt, folglich der verhältnißmäßig liegende Standpunkt w' gefunden, und die Vermessung nach der vorhergegangenen Anleitung fortgesetzt werden.

Wollte man jedoch bei großen Entfernungen das Einsetzen des Meßtisches in dem ersten Standorte Z nicht unbenutzt lassen, so ist sowohl der Punkt z, als jede aus ihm gezogene Visirlinie $z\alpha$, $z\beta$ ꝛc. auf folgende Weise zu berichtigen, ohne daß man den gegenwärtigen Standort W zu verlassen genöthiget ist. Man visire nämlich aus w' nach Z auf den in diesem Punkte eingesetzten Stab, so wird, wegen der gegenwärtigen parallelen Richtung von $x'y''$ mit XY, die Visirlinie $w'n$ durch den richtig liegenden Punkt z'' gehen.

Um aber $w'n$ ebenfalls durch eine zweite richtig liegende Visirlinie zu schneiden, oder, welches gleich

viel ist, die in dem ersten Standpunkte gezogene Visirlinie x'z zu berichtigen, bringe man, indem das Visirlineal an x'y'' angelegt wird, den Meßtisch, mittels der Schraube ohne Ende, in die convergirende Richtung x'V zurück; lege das Visirlineal an x'z, und bemerke den entfernten Gegenstand (X), auf den das Haar der Objektiv-Diopter trifft. Dieser Punkt vertritt gegenwärtig die Stelle von X des ersten Standortes; drehe sodann den Meßtisch zurück in die parallele Richtung x'U, wodurch z in z' zu liegen kommt; visire aus x' auf das stellvertretende Objekt (X), und ziehe die Visirlinie x'z'' rückwärts: so erhält man dieselbe Richtung, als wenn der Meßtisch in dem ersten Standorte richtig eingesetzt worden wäre, und sie schneidet die ebenfalls richtig liegende Linie w'n in z'', als den verhältnißmäßig liegenden Standpunkt Z.

Eben so können die aus dem ersten Standorte Z, in der convergirenden Richtung gezogenen Visirlinien zα', zβ' ꝛc. durch wechselseitiges Drehen des Meßtisches in die parallele und convergirende Lage folgendergestalt berichtiget, und von z'' ausgehend gezogen werden.

Man bringe nämlich die verjüngte Standlinie x'y'' aufs neue in die convergirende Richtung x'V; bemerke durch Anlegung des Visirlineals an zα' und zβ' die stellvertretenden Objekte (A) und (B); drehe hierauf die verjüngte Standlinie zurück in die parallele Lage; visire aus z'' nach (A) und (B), und ziehe die Visirlinien, so ist dasselbe bewirkt, als wenn der Meßtisch im ersten Standpunkte Z parallel aufgestellt worden wäre.

Zuletzt visire man aus w' nach A und B und schneide die corrigirten Linien, wodurch den Punkten a und b (welche jedoch in der Figur nicht ange-

geben sind) ihre verhältnißmäßige Lage gegen x'y' angewiesen wird.

Das übrige Verfahren, durch ein zweites angenommenes Alignement, PQ, den dritten Standpunkt zu bestimmen, ist dem vorhergehenden völlig gleich.

Zuweilen kann das zweite Alignement PQ, um scharfe Seitenschnitte für die Hauptpunkte zu erhalten, in einer Richtung angenommen werden, daß selbiges die gegebene Standlinie XY, oder deren Verlängerung, schneidet und der Meßtisch jenseits der Standlinie zu stehen kommt. Alles dieses hängt von einer guten Disposition ab und muß dem Nachdenken des Vermessers überlassen bleiben. F.

§. 23.

Auflösung der Elementaraufgabe in D.

Bei den bisher beschriebenen Aufgaben konnte der zu bestimmende Standort nur auf einer vorher ausgewählten Linie genommen werden; beim Fortgange des Aufnehmens wünscht man aber mehrentheils den Meßtisch auf einen Ort zu stellen, der nicht vorher ausgewählt und über welchen hin also kein Alignement gezogen werden konnte, auf einen Ort demnach, dessen Vortheile sich erst erkennen lassen, indem man ihn betritt. Diese Bestimmung des Standpunktes ist möglich, wenn man von ihm aus drei Richtobjekte des Feldes, die auf dem Meßtische bereits in Grund gelegt sind und die zu dem Standorte eine schickliche Lage haben, deutlich sehen und von andern unterscheiden kann. Fällt z. B. der zu bestimmende Punkt in das Alignement zwischen zwei bereits bestimmte Richtpunkte a und b, Fig. 6. Tab. XVIII., oder in ihre Verlängerung, nämlich in q und p, so alignire man den Meßtisch gehörig, steche die Nadel in c ein, visire nach dem gleichnamigen Richtpunkte C, und ziehe die Visirlinie cq oder cp rückwärts, bis die Alignements-Linie ab durchschnitten wird, so ist der gegenwär-

tige Standort des Instruments verhältnißmäßig gefunden. Wie diese Aufgabe in gewissen Fällen ohne Alignement aufzulösen ist, wird beschrieben in Dupain de Montesson Kunst alles in Grund zu legen. Clairant Anfangsgründe der Geometrie. Lambert Beiträge zur praktischen Geometrie. Versuch eines geometrischen Augenmaßes. Mayers praktische Geometrie, §. 186. 187 und 233. Böhms Abhandlung, wie ein ganzes Land aufzunehmen, §. 174 bis 177. Vega's Vorlesungen über die Mathematik, §. 603. Bugge, theor. prakt. Anleitung zum Feldmessen, §. 78. rc. Die Auflösarten dieser Aufgaben mittels des Meßtisches, welche die Schriftsteller gewöhnlich lehren, sind:

1) Die mit Hülfe der Magnetnadel,
2) mit Hülfe eines dreifüßigen Zirkels, des Wachspapieres oder eines ausgeschnittenen Papierdreiecks,
3) durch Umtragung der Peripheriewinkel,
4) durch Kreisbogenschnitte.

Bugge, der neueste und ausgezeichnetste Schriftsteller hierüber, sagt in seiner Anleitung zum Feldmessen, S. 178.: daß die Auflösung dieses Problems ziemlich weitläufige Konstruktionen und Zeichnungen mehrerer Linien und Winkel erfordere, wobei es viel Gelegenheit zum Fehlen gäbe, weshalb man bei der Spezial-Landmessung nur in der äußersten Noth Gebrauch davon machen dürfe. Diese Bemerkung trifft aber bloß die bisher bekannten, von den angeführten Schriftstellern gelehrten Auflösungarten. Die Auflösungart, welche hier ausführlich beschrieben wird, weicht von jenen gänzlich ab; sie berücksichtigt die unbestimmbaren Fälle und zeigt die Vermeidung der Fehler; sie ist einfach, leicht und schnell anzuwenden, und fordert keine Konstruktionen und keine andern Hülfswerkzeuge, als die, welche man beim Aufnehmen immer in Händen hat, d. i. Visirlineal und Bleistift. S i e v e r d i e n t d i e g e n a u e s t e B e t r a c h t u n g. D e n n d u r c h i h r e A n w e n d u n g, s o w i e d u r c h d i e A n w e n d u n g d e r A l i g n e m e n t s, w i r d

jene bisher unbekannte Richtigkeit, Schnelligkeit und Leichtigkeit des Aufnehmens in der übersehbaren Gegend bewirkt, welche bei bürgerlichen, so wie bei militairischen Vermessungen, von so vorzüglichem Nutzen ist.

§. 24.

Vom Rückwärts-Einschneiden.

Wäre der Meßtisch in einem willkührlich angenommenen Standort D, Fig. 7. Tab. XXI., so gestellt, daß die Linien zwischen zwei Richtpunkten auf dem Papiere, z. B. ab und bc mit ihren gleichnamigen des Feldes AB und BC parallel lägen; das heißt: wäre er richtig orientirt, so würden die, durch die gleichnamigen Punkte zurückgezogenen Visirlinien Ad, Bd, Cd Dreiecke adb und bdc bilden, welche den gleichliegenden Dreiecken auf dem Felde ADB und BDC ähnlich sind, so daß ihre Scheitelpunkte d auf einander, und zugleich über den Punkt D auf dem Felde, über welchem gegenwärtig der Meßtisch stehet, zu liegen kommen, und letzteren auf der Mensel in d verhältnißmäßig bestimmen. Dieses gilt von den zurückgezogenen Visirlinien aller übrigen Visirpunkte. Wäre aber der Meßtisch nicht richtig orientirt, wie in Fig. 8. Tab. XXI., so werden nun zwar die Winkel, welche die Visirlinien am Standpunkte mit einander machen, immer dieselben bleiben, aber ihre Durchschnittpunkte o, p, q nicht in einander, sondern neben einander fallen, und dadurch ein kleines Dreieck opq bilden, welches die fehlerhafte Orientirung des Meßtisches anzeigt. Da aber die richtige Orientirung weder nach dem Augenmaße, noch mit Hülfe der beßten und längsten Magnetnadel möglich ist, so mußte man bei zwei gegebenen Punkten der vorher beschriebenen Aufgaben C. 1. 2. 3. einen Hülf-Standort nehmen; hier aber wollen wir zeigen, daß statt dessen ein dritter hinzukommender Richtpunkt dienen kann, die Größe des Win-

kels zu erfahren, um welchen die Lage des Meßtisches berichtiget werden muß. Weiß man einmal diesen Winkel, so kann die Lage des Tisches so verbessert werden, daß ab auf dem Papiere mit AB auf dem Felde parallel zu liegen kommt. Um also den Standpunkt nach den vorsichtig gewählten, mit ihm nicht in einer Kreislinie liegenden Richtobjekten zu bestimmen, orientirt man den Meßtisch ungefähr, indem man schätzt, wie weit ein nahes Richtobjekt von unserer Gesichtlinie, die nach dem entferntesten der drei ausgewählten Richtobjekte hingehet, seitwärts abliegt; man legt alsdann das Visirlineal an den auf der Mensel befindlichen, gleichnamigen, entferntesten Richtpunkt so an, daß das Lineal um den geschätzten Abstand vom nächsten Richtpunkte nach dem verjüngten Maßstabe verhältnißmäßig absteht, und drehet den Tisch so lange, bis das Lineal auf den entferntesten Richtpunkt des Feldes gerichtet ist. Nach dieser ungefähren Orientirung ziehet man zuerst von den entferntesten, und dann von den beiden nächsten Richtobjekten, durch die gleichnamigen Punkte auf der Mensel, die Visirlinien rückwärts, welche sich nun, wegen der noch nicht genauen Orientirung, in drei verschiedenen, mithin falschen Punkten durchschneiden und ein Dreieck bilden werden, welches wir das Fehler zeigende Dreieck nennen wollen, und nach welchem sich die Größe und Lage des Verbesserungwinkels, das heißt des Winkels, um welchen der Meßtisch noch falsch stehet, vor Augen stellt. Denn da sich bei einerlei Verbesserungwinkeln die Sinus wie die Radien verhalten, die Visirlinien nach der Verbesserung also mit den ältern Visirlinien an dem Richtpunkte den nämlichen Winkel machen, so liegt der Punkt, in welchem diese neuern Visirlinien sich durchschneiden würden, auf den gleichnamigen Seiten dieser ersten Visirlinien in dem Verhältniß ihrer Länge von ihnen ab, oder er liegt da, wo drei Kreisbogen, welche durch je zwei Richtpunkte und den Durchschnittpunkt ihrer

Visirlinien gelegt werden können, sich durchschneiden. Nach diesen Sätzen ist der Punkt leicht nach dem Augenmaße auszumitteln und mit einem feinen Nadelstich zu bemerken. Verbessert man nun die Lage des Tisches um diesen Winkel und ziehet die Visirlinien auf's neue rückwärts, so zeigt es sich, ob ihr Durchschnitt nunmehr in einen einzigen Punkt fällt; geschieht dieses noch nicht, so wird die Verbesserung des Winkels, das heißt die Annäherung, so lange fortgesetzt, bis das Fehler zeigende Dreieck den Augen verschwindet. Wenn das bewirkt ist, prüfe man die Richtigkeit des Standpunktes noch durch eine vierte Visirlinie, von einem den vorigen gegenüber liegenden Richtobjekte; trifft auch diese Visirlinie in denselben Punkt, so ist man sicher, daß keins von den drei ersten Richtobjekten verkannt oder mit einem andern verwechselt worden ist. Ein Zufall, der dem Ungeübten oft vorkömmt.

Erläuterung: Wenn mit dem Dreiecke ABC, Fig. 7. Tab. XXI., das ähnliche Dreieck abc in eine parallele Lage gebracht wird, und man verbindet die gleichnamigen Punkte Aa, Bb, Cc durch Linien, so werden sie sich, gehörig verlängert, in einem gemeinschaftlichen Punkte d schneiden; denn weil ab mit AB und bc mit BC parallel ist, so sind auch die Dreiecke ABD und abd, so wie die Dreiecke BCD und bcd, ähnlich, und es verhält sich:

$$AD : ad = BD ; bd = Cd : cd$$

folglich müssen die Linien AD, BD und CD in dem Punkte d zusammentreffen.

Dieses würde aber nicht geschehen, wenn das Dreieck abc, Fig. 8. Tab. XXI., aus seiner parallelen Lage gebracht würde, weil sodann keine Aehnlichkeit zwischen dem Dreiecke ABr und abr, BqC und bqc, ApC und apc Statt fände.

In letzterer Lage werden daher drei verschiedene Scheitelpunkte, p, q, r, entstehen, die das Dreieck qpr bilden, welches das durch Convergirung hervorgebrachte, oder schlechtweg, das Fehler zeigende Dreieck genannt wird.

Man kann daher auch umgekehrt schließen: wenn durch die gleichnamigen Eckpunkte zweier neben einander liegenden ähnlichen Dreiecke, AB.C und abc, Linien gezogen werden, die, rückwärts verlängert, sich nicht in einem gemeinschaftlichen Punkte durchschneiden, sondern ein Dreieck, pqr, bilden, daß alsdann die ähnlichen, neben einander liegenden Dreiecke keine parallele Lage haben. F.

§. 25.

Beispiele in der Wahl der Lage von Richtpunkten.

Um diese Aufgabe mit der größten Richtigkeit aufzulösen, reicht die jetzt gegebene Beschreibung hin, da es aber bei der Ausübung immer darauf ankommt, diese Auflösung nicht allein richtig, sondern auch leicht und schnell zu bewirken, da sie überdies nur unter solchen Umständen anzuwenden ist, wo eine andere, an sich leichtere und einfachere Aufgabe unmöglich, oder doch schwerer und weitläufiger seyn würde, so wollen wir hier alle mögliche Fälle der Anwendung, und was dabei für Regeln zu beobachten sind, ausführlich in Beispielen darstellen.

Legt man durch die drei festen Punkte oder Spitzen des Dreiecks, welches die drei Richtobjekte ABC und ihre gleichnamigen Richtpunkte abc, Fig. 7. Tab. XVIII., auf dem Blatte bilden, einen Kreis, so ist es möglich, daß der Standort falle:

α) außerhalb des Kreises, und zwar 1) einer Spitze des Dreiecks gegenüber, z. B. in l, oder 2) einer Seite gegenüber, z. B. in d.

β) innerhalb des Kreises neben dem Dreiecke, z. B. in k.

γ) innerhalb des Dreiecks, z. B. in i.

Zwar könnten wir noch zwei Fälle nennen, nämlich wenn der Standort in die Peripherie des Kreises und in eine Dreieckseite fiele.

Da aber in jedem Standorte auf der Peripherie die Winkel, welche die Visirlinien bilden, auf gleichen Bogen stehend, gleich groß sind, mithin die Visirlinien auf der Peripherie jedesmal in einem Punkt zusammentreffen, der Tisch mag orientirt seyn oder nicht, ja er mag gedrehet werden wie er will, so ist der Standpunkt in diesem Falle unbestimmbar. Und da auch des andern Falles, wenn man auf einer Seitenlinie des △ stehet, schon unter D im Anfange des 17. §. gedacht worden ist, so bleiben bloß die obigen drei Fälle übrig, und nur in den benannten Feldern, oder in den Fällen $\alpha \beta \gamma$, wird auf einem ganz willkührlich genommenen Standorte der Standpunkt auf dem Blatte zu bestimmen seyn. Bei einer und derselben falschen Orientirung des Meßtisches auf einem Standorte ist das Fehler zeigende Dreieck je größer, je weiter der Standort von der Peripherie des Kreises der drei Richtobjekte abliegt; je größer aber dieses Fehler zeigende Dreieck ausfällt, je deutlicher fällt der Sinus des Verbesserungwinkels, oder der Abstand des wahren Punktes von der Visirlinie in's Auge, und je leichter läßt sich der Standpunkt bestimmen. Auch ist diese falsche Orientirung des Meßtisches um so genauer zu unterscheiden, je entfernter ein Richtobjekt vom Standorte ist, denn je länger die Radien sind, desto größer fallen die Sinus, der Verbesserungwinkel in's Auge. Ferner je rechtwinkliger sich die beiden längsten oder die beiden kürzesten Visirlinien schneiden, je deutlicher ist die Bestimmung des Standpunktes.

Hieraus ergibt sich nun, daß, wenn man aus einem willkührlich auf dem Felde genommenen Standorte mehrere

Richt-

Richtobjekte sehen kann, nicht jede drei derselben den Standpunkt gleich gut bestimmen würden, sondern daß unter allen doch nur drei die bestimmendsten sind. Wir wollen diese Regeln auf die kürzeste Art auszudrücken und durch Figuren zu erläutern suchen. Man wähle die bestimmenden Richtobjekte so, daß das entfernteste nicht näher sey, als der entfernteste Gegenstand, der vom neuen Standpunkte aus durch eine Visirlinie bestimmt werden soll, von diesem Standorte abliegt. Denn weil die Lage einer langen Linie nicht nach der Lage einer kürzern mit zuverlässiger Genauigkeit bestimmt werden kann, so muß das entfernteste Richtobjekt weiter vom Meßtisch abliegen, als die Objekte, welche von hieraus auf's neue bestimmt werden sollen. Die übrigen Regeln ergeben sich aus dem Anblicke der 7ten Figur unmittelbar, es sind nämlich folgende:

Man wähle unter den sichtbaren Richtobjekten das entfernteste und die zwei nächsten, oder die zwei entferntesten und das nächste, so daß sich im ersten Falle die Visirlinien von den beiden nächsten, im letztern Falle aber die von den beiden entferntesten, so rechtwinklig als möglich, und nicht spitzer, als beinahe unter 45° durchschneiden, denn bei einer solchen Lage lassen sich die Abstände des wahren Punktes von den Visirlinien am leichtesten beurtheilen. Der Standort muß, wenn er in die Felder außer dem Zirkel neben den Seiten trifft, so weit als möglich, das heißt ohne jene Regeln zu vernachlässigen, von der Zirkellinie abliegen, wie bei d, wenn aber der nächste Richtpunkt zwischen den entferntern liegt, das heißt einer Spitze des △ gegenüber, wie in den Feldern über die Dreieckspitzen hinaus bei e, so kann der Standort nahe an oder gar in der Kreislinie genommen werden. Die Lage der drei Richtpunkte ist also bei dem Stande in diesen Feldern am beßten, und ihre vortheilhafte Lage ist hier am leichtesten zu übersehen, was auch der Fall wäre, wenn das entfernteste Objekt und seitwärts neben diesem die beiden

nächsten Objekte so lägen, daß das nächste der beiden nahen immer das mittelste oder zwischenliegende wäre, wie bei f.

Hieraus fließt: Je kleiner der Unterschied der Entfernungen der nach einer Seite des Standortes hin liegenden drei Richtpunkte ist, je weniger bestimmend sind die Durchschnitte ihrer Visirlinien, je größer aber diese Unterschiede, desto bestimmbarer sind sie. Die Stände des Meßtisches in den Feldern zwischen den Dreieckseiten und der Zirkellinie sind um so weniger bestimmbar, je näher sie dem Kreise wie bei g, und um desto bestimmbarer, je näher sie dem Mittelpunkte liegen, wie bei h. Innerhalb des Dreiecks, wie bei i, sind die Standpunkte bestimmbar genug, wenn nur (wie das bei allen Ständen durchaus gilt) die Visirlinien der beiden nächsten, oder die der beiden entferntesten Richtpunkte sich nicht spitziger als 45° schneiden. Will man von einem, durch diese Aufgabe zu bestimmenden Standpunkt aus mehrere entlegene Objekte durch Visirlinien bestimmen, so gilt noch die Regel: Man wähle die drei Richtobjekte so, daß das entfernteste nicht näher sey, als der entfernte Gegenstand, den man auf's neue anvisiren will, oder mit andern Worten: das entfernteste Richtobjekt muß weiter vom Meßtische abliegen, als die Objekte, welche von hier aus auf's neue bestimmt werden sollen.

Diese Sätze für die Wahl der Richtobjekte sind auch bei der trigonometrischen Grundlegung der Punkte eines Landes nothwendig zu betrachten. Denn wenn man sich nicht auf die erhabensten Punkte des Landes, als Bergspitzen und Thürme ꝛc., mit dem Winkelmesser stellen kann, wenn man keine kostbaren Signale aufrichten will, und das Land vorher nicht bereisen kann, so wird die Aufgabe: einen willkührlich zu nehmenden Standort, nach vier sichtbaren Richtobjekten, durch bloßes Win-

kelmessen trigonometrisch zu bestimmen, von dem größten Nutzen seyn, und sie wird mit je größerer Richtigkeit aufgelöset werden können, je schicklicher die drei bestimmenden und das vierte und fünfte prüfende Richtobjekt gewählt sind.

§. 26.

Betrachtung über das Fehler zeigende Dreieck.

Wenn der Meßtisch innerhalb des Dreiecks stehet, so fällt der gesuchte Standpunkt auch innerhalb des Fehler zeigenden Dreiecks; denn bloß der Raum innerhalb desselben liegt auf den gleichnamigen Seiten der Visirlinien, die Aussicht so genommen, als habe man jederzeit das Richtobjekt und den Richtpunkt gerade vor sich. Stehet aber der Meßtisch außerhalb des Dreiecks der Richtobjekte, so fällt auch der Standpunkt außerhalb des Fehler zeigenden Dreiecks, weil jetzt der Raum innerhalb desselben auf den ungleichnamigen Seiten der Visirlinien liegt. Wenn nun in dem letztern Falle der Meßtisch noch innerhalb des Kreises, aber außerhalb des Dreiecks stehet, wie z. B. bei h, so liegt der Standpunkt auf derjenigen Seite der mittelsten Visirlinie, welche dem Fehler zeigenden Dreiecke abgekehrt ist; hier ist es der Punkt k. Dort liegt er auch, wenn der Tisch außerhalb des Kreises und einer Ecke des Dreiecks gegenüber stehet, wie bei e, wo l der Standpunkt ist. Fällt der Standort aber außerhalb des Kreises, einer Seite des Dreiecks gegenüber, so liegt der Standpunkt auf derjenigen Seite der mittelsten Visirlinie, welche dem Fehler zeigenden Dreiecke zugekehrt ist, wie m bei d. Wo man in Beziehung auf das Dreieck und den Kreis jedesmal stehet, ist nach einiger Uebung aus der Lage der Richtpunkte auf einen Blick abzunehmen. Wer aber diese Betrachtungen nicht anstellen will, der denke sich durch jede zwei Richtpunkte und den Durchschnittpunkt ihrer Visirlinien, Kreisbogen, in der Nähe des Fehler zeigenden Dreiecks beschrieben, so gibt

der Durchschnitt dieser Kreisbogen den wahren Standpunkt. Die wirkliche Beschreibung dieser Kreisbogen würde in jedem Falle diesen Punkt sogleich bestimmen, aber sie ist mit vielen Schwierigkeiten verbunden, fordert ein Zirkelwerkzeug und eine weitläufige Konstruktion, bei welcher große Fehler unvermeidlich sind; sie ist aber auch alsdann gar nicht möglich, wenn der Mittelpunkt der Kreisbogen außerhalb der Fläche des Meßtisches trifft, welches gar oft der Fall seyn kann. Durch die Betrachtung der folgenden Auflösungen aller Aufgaben dieser Art, in allen möglichen Fällen, wird die Sache erläutert und ein schneller Ueberblick der vorkommenden Umstände erworben.

Erläuterung: Der Standort des Meßtisches kann also gegen das Dreieck und den ihm gehörigen Kreis folgende Lage haben:

1) Innerhalb des Dreiecks ABC, Fig. 9. Tab. XXI., z. B. in a.
2) Außerhalb desselben einer Ecke gegenüber, z. B. in b.
3) Außerhalb des Dreiecks und innerhalb des Kreises, z. B. in c *).
4) Außerhalb des Dreiecks und außerhalb des Kreises, einer Seitenlinie des Dreiecks ABC gegenüber, z. B. in d.
5) In der Peripherie des Kreises, z. B. in e.

*) Dieselbe Lage hat auch der zu findende Punkt gegen das Fehler zeigende Dreieck, wenn die drei zum Rückwärts-Einschneiden gegebenen Punkte, A, B, C, kein Dreieck bilden, sondern in gerader Linie liegen; denn man stelle sich vor, der Scheitelpunkt B rücke der Grundlinie AC immer näher, so wird der durch A, B und C gelegte Kreis immer größer, und wenn endlich der Punkt B in das Alignement von A und C übergehet, so kann man sich den durch die drei Punkte gelegten Kreis unendlich groß vorstellen. Es finden also auch hier die obigen Bedingungen Statt.

Um das Rückwärts-Einschneiden, mittels Annäherung, deutlich darzustellen, möge folgender, durch Konstruktion geführter Beweis vorangehen, der auf jeden der obigen Fälle, Fig. 10., 11., 12. und 13. Tab. XXI. und XXII., anzuwenden ist, und wodurch sich die verhältnißmäßige Lage des Standortes gegen das Fehler zeigende Dreieck von selbst ergibt.

Man beschreibe einen Kreis und ziehe in demselben ein willkührliches Dreieck, ABC; nehme einen beliebigen Punkt, d, nach einer der in 1, 2, 3 und 4 angegebenen Voraussetzungen an, und ziehe durch letzteren die Linien A𝔄, B𝔅, C𝔈 rückwärts; construire ein ähnliches Dreieck abc, dessen Seitenlinien mit den gleichnamigen des Dreiecks ABC gleichlaufend sind, und dessen Eckpunkte durch obige zurückgezogene Linien berührt werden: so ist d zugleich der verhältnißmäßig liegende Punkt des ähnlichen Dreiecks abc.

Nun beschreibe man aus d concentrische Kreise durch die Endpunkte des Dreiecks abc, und ziehe unter einem willkührlich angenommenen Winkel die Linie dm: so schneidet sie in den concentrischen Kreisen ähnliche Bogen op, cγ, mq ab. Man stelle sich nun vor, das Dreieck abc bewege sich um den Punkt d in die Lage $\alpha\beta\gamma$, so beschreibt der Punkt a den Bogen aα = op, der Punkt b den Bogen bβ = qm, und der Punkt c den Bogen cγ. Deshalb trage man den Bogen op aus a nach α, qm aus b nach β, und ziehe die Linien $\alpha\beta$, $\beta\gamma$ und $\alpha\gamma$: so ist das Dreieck abc mit gleicher Entfernung von dem Punkte d in eine schiefe Lage $\alpha\beta\gamma$ gebracht. Werden nun die Linien Aa, Bb, Cc durch die Punkte $\alpha\beta\gamma$ rückwärts gezogen, so schneiden sie sich nach §. 24. nicht mehr in

einem gemeinschaftlichen Punkte, sondern bilden das Fehler zeigende Dreieck e, f, g, und es ergibt sich durch diese Konstruktion die Lage des Punktes d gegen das Fehler zeigende Dreieck in jedem dieser Fälle.

Befindet man sich nämlich mit dem Meßtische, wie in Fig. 10. Tab. XXI., innerhalb des Dreiecks ABC, so ist vermöge der Konstruktion der verhältnißmäßige Punkt d des Standortes innerhalb des Fehler zeigenden Dreiecks zu suchen.

Im Standorte innerhalb des Zirkels und außerhalb des Dreiecks, Fig. 12. Tab. XXII., als auch, wenn der Standort einer Spitze des Dreiecks ABC, Fig. 11. Tab. XVII., gegenüber sich befindet, liegt er nach der Seitenlinie des Fehler zeigenden Dreiecks hin, welche durch Zurückziehung der mittlern Visirlinie entstanden ist.

Endlich bei dem Standorte, Fig. 13. Tab. XXII., außerhalb des Kreises, einer Seitenlinie des Dreiecks ABC gegenüber, ist er nach derjenigen Seite hin zu suchen, wo die Spitze des Fehler zeigenden Dreiecks hin liegt, und welche durch Zurückziehung der beiden äußern Visirlinien entstanden ist.

Die Lage des Punktes d im Allgemeinen ist nun zwar erwiesen; es kommt aber hauptsächlich auf die Bestimmung der nähern Verhältnisse seiner Entfernung von den zurückgezogenen Visirlinien Aa, Bb und Cc an, seine Lage genau anzugeben.

Um dieses deutlich einzusehen, ziehe man die Linien $d\alpha$ und $d\beta$, und es kann nunmehr erwiesen werden, daß die Dreiecke $dA\alpha$, $dB\beta$ und $dC\gamma$ einander ähnlich sind,

$$\text{denn } ad \text{ ist } = \alpha d$$
$$bd = \beta d$$
$$cd = \gamma d$$

und weil in der parallelen Lage des Dreiecks abc mit ABC

$Ad : ad = Bd : bd = Cd : cd$ sich verhält,
so verhält sich auch $Ad : \alpha d = Bd : \beta d = Cd : \gamma d$

und weil auch, vermöge der ähnlichen Bogen, der Winkel $Ad\alpha$ = Winkel $Bd\beta$ = Winkel $Cd\gamma$, so kann geschlossen werden: wenn in zwei Dreiecken ein Winkel gleich ist, und die denselben einschließenden Seiten stehen in Proportion, so sind die Dreiecke einander ähnlich; folglich ist das Dreieck $Ad\alpha \backsim$ dem Dreiecke $Bd\beta \backsim$ dem Dreiecke $Cd\gamma$, und daher sind auch die Winkel 𝔄Aa, 𝔅Bb und ℭCc einander gleich.

Werden nun die Perpendikularen dz, dw und ds aus dem Punkte d auf die zurückgezogenen Visirlinien gefällt, so sind sie als Sinus dieser drei Winkel zu betrachten.

Die Sinus von ähnlichen Bogen oder gleichen Winkeln verhalten sich aber, wie die ihnen zugehörigen Radien, deshalb verhält sich

$$Ad : Bd : Cd = ds : dw : dz.$$

Hierauf beruhet nun folgende

Praktische Bestimmung

des verhältnißmäßig liegenden Standpunktes d gegen das Fehler zeigende Dreieck efg, Tab. XXI. und XXII. Fig. 10., 11., 12. und 13. *)

Das dem Dreiecke ABC auf dem Felde ähnliche und auf dem Meßtische construirte Dreieck abc

*) Zur bessern Verständlichkeit thut man wohl, ein kleines Menselblatt zu schneiden, darauf ein dem Dreiecke ABC ähnliches Dreieck abc zu construiren, dasselbe unter einer etwas convergirenden Lage mit Wachs, nach einem der vier Fälle, in oder neben dem Dreiecke ABC zu befestigen, und die Visirli-

sey mit ersterem nach dem Augenmaße in eine ziemlich parallele Lage gebracht, und wenn ein Kreis durch die Punkte A, B, C gelegt wird, so möge z. B. nach Fig. 12. der Standpunkt außerhalb des Dreiecks ABC und innerhalb des Kreises seyn.

Bei Zurückziehung der Visirlinie Aa Bb Cc ergebe sich das Fehler zeigende Dreieck efg. Aus dem Vorhergehenden weiß man sogleich, daß in diesem Falle der zu suchende Punkt d nach der Seite der mittlern zurückgezogenen Visirlinie βb (folglich hier rechts) liegt. Um aber seine Lage genau zu bestimmen, nehme man für's erste den Punkt d nach dem Augenmaße an, und sodann die kleinste Entfernung (hier ad) in den Zirkel, und vergleiche sie gegen die beiden übrigen Entfernungen db und dc. Diese drei Entfernungen verhalten sich in Fig. 12. ungefähr wie $1 : 1\frac{1}{2} : 1\frac{1}{4}$.

Man berichtige nunmehr den, nach dem Augenmaße angenommenen Punkt d dahin, daß die von selbigem gezogenen Perpendikularen ds, dw, dz dasselbe Verhältniß, wie die Entfernungen ad, bd und cd unter sich haben, wodurch nach dem vorhergehenden Beweise die verhältnißmäßige Lage des Punktes d bestimmt ist.

Dieselbe Beurtheilung und Bestimmung des Punktes d findet bei jedem der obigen vier Fälle Statt.

Mit der größten Schärfe ist dieses (nach §. 25.) zu verrichten, wenn zwei nahe und ein entferntes, oder zwei entfernte und ein nahes Richtobjekt zum Rückwärts-Einschneiden gewählt werden können.

---

nien durch die gleichnamigen Punkte rückwärts zu ziehen. Diese kleinen Menseln sind auch zu besserer Ansicht und Ueberzeugung, bei den ersten fünf Lehrsätzen zu Entwerfung eines geometrischen Netzes, mit größter Deutlichkeit anzuwenden.

Nun ist noch der Fall in Erwägung zu ziehen, wenn der gewählte Standort in die Peripherie des durch die Punkte A, B und C gelegten Kreises fällt, wo dann auch bei der convergirendsten Lage des ähnlichen Dreiecks abc kein Fehler zeigendes Dreieck entstehet, sondern die zurückgezogenen Visirlinien sich jedes Mal in einem gemeinschaftlichen Punkte schneiden. Der Beweis liegt in folgender Konstruktion:

Man beschreibe einen Kreis, Fig. 14. Tab. XXII., und zeichne in denselben ein beliebiges Dreieck ABC; nehme einen willkührlichen Punkt d in der Peripherie des Kreises an; ziehe durch ihn die Linien A𝔄, B𝔅 und Cℭ rückwärts; construire das ähnliche Dreieck abc in paralleler Lage mit ABC, so daß jeder Eckpunkt durch eine der obigen Linien geschnitten wird; bringe es, auf die schon beschriebene Weise, um den Punkt d in eine convergirende Lage, und lege durch Aα, Bβ, Cγ die Linien Aa, Bb, Cc, so schneiden sie sich ebenfalls in dem gemeinschaftlichen Punkte δ, weil die Winkel o und x, so wie u und y, auch in dieser Lage ihre Größe und ihr Verhältniß gegen einander nicht verändern, da sie Peripheriewinkel auf gleichen Bogen sind, und also keine Entscheidung wegen der parallelen oder convergirenden Lage des Dreiecks abc geben können.

Dieser zu vermeidende Standort ist jedoch leicht zu entdecken, wenn man durch die Punkte a, b und c des Meßtisches nach dem Augenmaße einen Zirkel beschreibt und bemerkt, ob bei Zurückziehung der Visirlinien der Durchschnittpunkt nahe bei, oder gar in die Peripherie fällt, und dann ist eines von den Richtobjekten A, B oder C wegzulassen und ein anderes, schicklicheres dafür zu wählen.

Alle in §. 27. und 28. enthaltenen Bemerkungen sind bei dem Rückwärts-Einschneiden noch besonders zu berücksichtigen, und so, mit theoretischer Beurtheilung vorbereitet, kann man jedem Punkte seine richtige Lage anweisen und sich desselben mit Zuversicht zu Legung neuer Richtpunkte bedienen.

F.

§. 27.

Erläuterung und Anwendung der Aufgabe.

Es stelle Tab. XIX. Fig. 8. ein Meßtischblatt vor, auf welchem nach §. 12. die beiden Punkte A und B aus dem Hauptnetze aufgetragen, und danach die Punkte C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, O, durch Anwendung der Aufgaben A, B und C, bereits bestimmt sind. Wenn nun der Tisch in der Gegend P, wo bloß die Punkte M, N, H, O zu sehen sind, aufgestellt, nach M und H vorbeschriebener Weise ungefähr orientirt, vermittels der dosenförmigen Wasserwage horizontal gestellt, und die Visirlinien Mm, Nn, Oo bloß in dem verhältnißmäßigen Orte, wo man den Standpunkt vermuthet, gezogen worden: so fällt es in die Augen, daß der Standort innerhalb des Dreiecks der Richtpunkte liegt, und daß also auch der Standpunkt innerhalb des Fehler zeigenden Dreiecks fallen müsse, welches in der Figur ausschraffirt ist. Ferner daß der Punkt x, dessen Abstände von den Visirlinien Oo, Mm, Nn sich verhalten, wie die Entfernungen von ihren Richtpunkten, der wahre verhältnißmäßig richtig liegende Punkt seyn müsse. Legt man nun das Visirlineal an x und an den entferntesten Richtpunkt m auf der Mensel, und drehet dann den Tisch so, daß beim Visiren der Faden des Objektiv-Diopters das Richtobjekt M deckt, so ist der Tisch orientirt, und die nunmehr zu ziehenden neuen Visirlinien schneiden sich in einem Punkt, wo nicht, so wiederholt man die Verbesserung nach dem neuerlich entstandenen kleinen Fehler zeigenden

Dreiecke so lange, bis das Auge kein Anzeichen eines Fehler zeigenden Dreiecks mehr wahrnehmen kann *). Um über das Erkennen der Richtobjekte gewiß zu seyn, ziehet man noch von H eine Visirlinie, welche auch denselben Punkt x durchschneiden wird. Von dem Standpunkt x können nun auf's neue so viel ausgezeichnete Objekte visirt werden, als sichtbar sind, z. B. d, y, z, die aber insgesammt nach §. 26. nicht weiter als M von x abliegen dürfen.

Ist der Meßtisch in der Gegend Q aufgestellt, wo wiederum die Punkte M, N, O, H zu sehen sind, so wird er nach M, H ungefähr orientirt, und die Visirlinien Mm, Oo, Nn gezogen. Hier fällt sogleich in die Augen, daß der Standort außerhalb des Dreiecks, aber innerhalb des Kreises liegt, und nun fällt der Standpunkt x außerhalb des Fehler zeigenden Dreiecks, rechts der Visirlinien oder der zurückgezogenen mittleren Visirlinie zugekehrt; denn das ist die dem Fehler zeigenden Dreiecke abgekehrte Seite der mittelsten Visirlinie. Die Verbesserung der Lage des Meßtisches und die genaueste Bestimmung und Prüfung des Standortes und der Richtobjekte geschiehet wie vorhin. Werden von hier aus die Visirlinien nach d und y gezogen, so zeigen die Durchschnitte die Lage dieser Gegenstände. Auf z zu visiren wäre überflüssig, da die Visirlinien sich zu spitzig schneiden, also die Lage des Gegenstandes nicht genau bestimmen. So wäre auch der Standort T nach den Richtpunkten O, M, N zu bestimmen, aber diese Punkte sind nicht gut gewählt, weil T zu nahe an die Kreislinie fällt, das Fehler zeigende Dreieck würde auch hier bei beträchtlich falscher Orientirung sehr klein ausfallen, und auf der Kreislinie selbst würde es bei der falschen Orientirung ganz verschwinden.

---

*) Bei einer erworbenen Fertigkeit geschiehet das Zusammentreffen der Visirlinien in Einem Punkte unbedingt das erste Mal.

Das heißt: die Visirlinien würden sich alle drei in einem falschen Punkte durchschneiden. Eine Prüfunglinie von L aus gezogen, würde nichts entscheiden, weil auch L mit M, N, O in einer Kreislinie liegt.

Nimmt man den Standort in U, und kann bloß M, N, L, H sehen, so dient M, L zur ungefähren Orientirung, und nachdem die Visirlinien von M, N, L gezogen sind, so zeigt sich schon, daß der Standort außerhalb des Kreises der Richtpunkte, und zwar einem Winkel des Dreiecks M, N, L gegenüber liegt, und hier fällt der Standpunkt auf die linke Seite aller Visirlinien, oder ebenfalls auf die Seite der mittleren zurückgezogenen Visirlinie, weil das Fehler zeigende Dreieck rechts der mittelsten Visirlinie liegt. Bei dem Standort V ist der nämliche Fall; die Richtpunkte L, N, M sind aber nicht bestimmend genug, weil sich die Visirlinien zu spitzig schneiden, indeß ist die Orientirung des Tisches, wegen der größern Entfernung des Richtobjektes M, viel genauer, als sie in den Orten P Q war.

Wenn der Standort bei R genommen wird, wo die Richtpunkte L, M, N zu sehen sind, so zeigen die Durchschnitte der, nach erfolgter Orientirung, gezogenen Visirlinien, daß der Standort außerhalb des Kreises, einer Seite des Dreiecks der Richtobjekte L, M, N, nämlich LN gegenüber liegt, und hier fällt der Standpunkt x auf die linke Seite aller Visirlinien, oder, welches gleichviel ist, auf die entgegengesetzte Seite der mittelsten zurückgezogenen Visirlinie Mm; denn das Fehler zeigende Dreieck liegt auf derselben Seite der mittelsten Visirlinie.

Auch bei S wäre der nämliche Fall, wo aber die Visirlinien sich schon etwas zu spitzig durchschneiden, als daß der Standpunkt genau bestimmt werden könnte.

§. 28.

Wahl der Richtobjekte.

Folgende Beispiele werden die Regeln für die Wahl der Richtobjekte, und besonders die Folge der Arbeit erläutern.

Gesetzt, man käme in der Gegend W an, und fände einen Ort, von welchem aus mehrere Hauptgegenstände zu neuen Richtpunkten, so wie auch mehrere Wiesen, Gärten-, Busch-, Mauer-, Wege-, Haus-Ecken rc., visirt und bestimmt werden sollten. Hier siehet man sich nun

1) nach den Richtobjekten um; man erblickt sogleich FGN, aber diese Objekte scheinen mit dem hier zu nehmenden Standorte in einer Zirkellinie zu liegen. Zwar zeigt sich auch bei einigem Umhergehen und Suchen das Objekt L, aber die Visirlinie von dorther schneidet sich mit denen von FG und N noch viel zu spitzig. Bei fernerer Umsicht zeigt sich auch E, nun wären NE und F bestimmend genug für den Standpunkt bei W, wenn von hier aus nur nahe gelegene Gegenstände abvisiret werden sollten; aber da sich in der Gegend von X ein ausgezeichneter Gegenstand sehen läßt, der, wenn er bestimmt würde, nicht allein zum Richtpunkte für die dortige Gegend, sondern auch mit dem Standpunkte bei W, als Endpunkt einer Standlinie für ein neues, auf dieser Seite anzusetzendes Meßtischblatt, für welches etwa keine Hauptrichtpunkte aus dem Hauptnetze gegeben sind, dienen könnte: so muß, um diesen genau zu bestimmen, nothwendig eins der Richtobjekte, wo nicht weiter, doch eben so weit als der Punkt X von dem gegenwärtigen Standpunkte des Instruments entfernt seyn. Dieses wäre nun das sichtbare Objekt L. Aber nach einigem Suchen findet sich auch das noch entferntere K, und nun sind KEF die bestimmendsten Richtobjekte. Nach dieser Wahl wird:

2) der Meßtisch niedergesetzt und nach K und F näher orientirt, auch die Visirlinien von K, E und F gezo-

gen. Hier läßt sich dann nach dem Fehler zeigenden Dreiecke sogleich der Standpunkt x ausmitteln, der endlich auf die bereits beschriebene Art ganz genau bestimmt wird. Jetzt fehlt es noch an einem vierten Prüfungobjekte. Zwar sehen wir G, aber dieses Richtobjekt ist nicht genau bestimmend, da der Standort mit KG und F beinahe in der Kreislinie liegt, und die Visirlinien sich auch zu spitzig schneiden würden; vielleicht wäre es aber möglich, ein andres prüfendes Richtobjekt zu finden. Da nun die Gegend genau bekannt ist, wo jedes liegen muß, so legen wir das Lineal an den Standpunkt W und an I, und sehen zu, was der Faden deckt; dieser Punkt möge indeß von vorliegenden, unbestimmten Gegenständen gedeckt seyn, wir legen es deshalb an W und B, und finden, daß das Lineal auf die Spitze des Richtobjektes trifft, welche letztere nur so wenig hinter andern Gegenständen hervorragt, daß es beim Suchen, ohne bestimmte Anweisung des Ortes, nicht zu finden gewesen wäre. Nun ist der Standpunkt erprüft, und sämmtliche Hülflinien werden um den Standpunkt weggewischt. Von diesem Standpunkte aus werden nun:

3) Die zu bestimmenden Gegenstände visirt, und zwar die entferntesten und wichtigsten zuerst, also r, dann t, u u. a. m., welche in der Gegend E, I und X liegen, desgleichen werden auch mehrere Alignements visirt, und die Linien gezogen; gleich nachher wird aber wieder auf K visirt, um zu sehen, ob sich der Meßtisch nicht verrückt habe.

4) Werden alle Einzelheiten umher visirt, und was bereits zwei oder mehrere Mal durchschnitten ist, als bestimmt angesehen und eingezeichnet.

5) Werden die Unebenheiten des Bodens so eingezeichnet, wie nachher ausführlich beschrieben werden soll.

6) Ehe der Meßtisch von dem Standpunkte abgehoben wird, visirt man noch ein Mal nach K, und im Fall

der Verrückung orientirt man ihn wieder und berichtiget die zuletzt gezogenen Visirlinien in umgekehrter Folgereihe.

Sollten W und X als Endpunkte einer Standlinie für das anstoßende Blatt dienen, so müssen hier zwei sich ziemlich rechtwinklig durchschneidende Alignements bemerkt werden, damit der Punkt auf dem Boden leicht wieder zu finden sey. Jetzt wird der Meßtisch abgehoben 2c.

Im Fall man bei W, wo KE und I sichtbar sind, wegen eines vorliegenden Hindernisses nicht den Gegenstand X sehen könnte, so würde man demungeachtet den Stand genommen und bestimmt, nachher aber ein Alignement, etwa xy, gezogen, und den Meßtisch in solches bei qq so gestellt haben, daß X zu sehen war; dort wäre der Tisch orientirt und mittels des Seitenschnittes von F der Standpunkt bestimmt worden, von welchem aus nachher die Visirlinien nach X u. a. m. zu ziehen waren. So kann man sich auf mehrere Punkte, die nahe bei einander liegen, wie z. B. auf einem Thurm, wo bei jedem Fenster eine besondere Aussicht statt findet, oder auf und hinter flachen Hügeln, die den Aufnehmer gegen die Ansicht und Schüsse des Feindes decken sollen, in Alignement stellen und daraus den großen Vortheil erkennen, welchen die Benutzung der Alignements gewährt, besonders da, wo man Standpunkte unter den Augen des Feindes und in seiner Geschützweite nehmen muß. Könnte man jetzt in der Gegend zwischen I und S einen Stand nehmen, so ließen sich von demselben aus die neu visirten Objekte r, t, u, v, x gut durchschneiden und bestimmen, aber wir nehmen an, es seyen dort, wegen der tiefen und gedeckten Lage der Gegend, keine Objekte weiter als I und B zu sehen, deswegen gehen wir weiter nach der hochliegenden Gegend zwischen A und B, suchen dort auf die Art, wie bei W beschrieben wurde, einen Stand, und bestimmen von demselben x und vielleicht auch r, alsdann aber ferner von einem, nach den Richt-

objekten X, I und B zu bestimmenden Stand zwischen I und B, die Objekte t, u, v ꝛc.

Bei der Bestimmung eines Standpunktes, etwa zwischen A und D, nach den Objekten G, A und C, könnten, nachdem der Meßtisch ungefähr orientirt worden, die Visirlinien von A und G fast parallel zu liegen kommen; hier scheint die Bestimmung des Standpunktes schwierig und unter keinen der vorhin genannten Fälle zu gehören, weil kein Fehler zeigendes Dreieck auf dem Meßtisch entstehet; aber das kommt daher, weil der Standpunkt zu nahe an der Linie AG liegt. Durchschneiden sich nun die verlängerten Linien von A und G über A hin, so entstehet allerdings ein Fehler zeigendes Dreieck, dessen Spitze aber außerhalb des Meßtisches fällt, und dann läge der Standort innerhalb des Dreiecks der Richtpunkte; durchschnitten sich aber die Visirlinien über G hin, so läge der Standort außerhalb desselben. In allen solchen Fällen liegt er zwischen den beiden parallel scheinenden Visirlinien. Stünde der von ungefähr angesetzte Meßtisch auf der Linie zwischen zwei Objekten des Feldes, und wäre er noch nicht orientirt, so ist das der einzige Fall, wo die Rückvisirlinien der zwei nach den entgegengesetzten Seiten hin liegenden Objekte parallel sind. Dieser Fall gehört aber unter die Aufgabe C. 2. §. 21. Wer sich fleißig übt, vorerst in der freien, und dann nach und nach in einer durchschnittenen Gegend die Richtobjekte nach den beschriebenen Beispielen aufzusuchen und auszuwählen, der bringt es bald dahin, daß er in einer gebirgigen und waldigen Gegend, wo der ungeübte Aufnehmer sich ohne Meßkette, Signale und Stäbe, ohne Magnetnadel und viele Gehülfen ganz verlassen glaubt, eine Menge Aussichten, Alignements und Richtobjekte findet, die ihn alle jene Geräthschaften und alle zeitsplitternde, unmittelbare Messungen ersparen lassen. Er ist in jeder Gegend sogleich orientirt, er siehet beim ersten Ueberblick alle Gelegenheiten, wie der aufzunehmenden Ge-

gend

gend am beßten beizukommen ist, und weiß danach eine richtige Bestimmung für den Gang der ganzen Arbeit zu machen, welches dann bei der Ausführung die Hälfte der Arbeit selbst beträgt. Beim Aufnehmen sehr durchschnittener Gegenden, auch außerhalb dichter Wälder, gibt es übrigens, auch bei der richtigsten Anwendung der Regel: Von den Höhen hinab nach der Tiefe, aus der freien Gegend nach der durchschnittenen hin zu arbeiten, Fälle, wo man künstliche Abzeichen mit großem Vortheil gebrauchen kann. Hier leistet aber ein aufgeworfener Erdhaufen, ein aufgestellter Stein, ein abgebrochener und in den Boden gesteckter Zweig ꝛc. die nämlichen Dienste, als eine künstliche, dünne Bake, die der Faden des Diopters mehrfach deckt, und die man nur nach langem Suchen erblickt. Heftet man an ein solches kunstloses Zeichen, oder an einen in den Boden gesteckten Stock, noch ein Blatt weißes Papier, von dem man etliche Bogen zur Vorsorge mit sich führen kann, so ist dasselbe in Wäldern und im Felde sehr weit zu sehen, zumal wenn die Sonne darauf scheint. Daß diese Papiermarke, wenn sie einen Punkt bezeichnen soll, genau in der Vertikale, über dem Punkt des Bodens, oder wenn es ein Alignement bezeichnen soll, genau in der Vertikal-Ebene desselben schweben muß, verstehet sich von selbst, und in letzterem Falle kann man es wohl selbst an den Aesten eines Baumes oder Strauches, die sich in der Vertikal-Ebene befinden und sich nicht bewegen, anheften.

§. 29.

Das Aufnehmen mittels Standlinien in Wäldern, Städten und Dörfern.

Aus allem, was bisher gesagt worden, hat man gesehen, daß es nicht nöthig ist, den Meßtisch jemals so zu stellen, daß ein Punkt auf dem Blatte genau senkrecht über einen Punkt auf dem Boden zu stehen komme, welches

allerdings eine schwierige und langwierige Arbeit wäre; viel leichter ist es aber, eine Linie auf das Blatt in der Vertikal-Ebene ihrer gleichnamigen des Feldes zu bringen, welcher Fall bei der Benutzung der Alignements vorkommt. In den Wäldern aber, sollte man glauben, sey es durchaus nothwendig, den Punkt auf dem Tische senkrecht über den Punkt auf dem Boden zu stellen; man vergleiche Mayer's Geometrie, 2ter Band. Doch hier kann man auf folgende sehr richtige Art alle Schwierigkeiten umgehen. Es sey Tab. XXII. Fig. 9. ein Wald, und der Ort a der Eingang eines Weges in denselben. Hier werde z. B. der Standpunkt noch zuletzt auf irgend eine, im freien Felde anwendbare Art bestimmt, dann gehet man in den Wald und bezeichnet mit Papierschnitten, an abgeschnittenen Stöken befestiget, die Stellen b, c, d, e, f, g, h, welche so weit als möglich aus einander liegen müssen, damit die Standpunkte nicht ohne Noth vervielfältigt werden dürfen, denn dies verursacht mehr Arbeit und gibt auch mehr Gelegenheit zum Fehlen. Diese Entfernungen werden nun unmittelbar mit der Kette oder nach Schritten, wo möglich, zwei Mal gemessen, und die Maße (wo zwei Kettenzieher ohne Beiseyn des Aufnehmers messen) von dem Vordermann oder dem Kettenzieher auf die Papierschnitte geschrieben. Der Feldmesser ziehet nun von A nach B ein Alignement ab über das ganze Blatt hin; stellt genau in der Vertikal-Ebene vor oder hinter a eine Papierblende l; geht dann nach B, und stellt den Tisch hinter b in m mittels Rückvisiren nach l, so, daß die Linie ba auf dem Blatte mit AB auf dem Felde in einer Vertikal-Ebene liege; trägt das auf dem Papiere b von dem ersten Kettenzieher aufgeschriebene Maß von ab, nach dem verjüngten Maßstabe, auf die Linie von a nach b; mißt mittels eines bei sich führenden Fußmaßes die Entfernung des Punktes m auf dem Blatte von der Vertikale der Papierblende, und setzt dies Maß zu ab hinzu: so ist sein Standpunkt m be-

stimmt. Von hier visirt er auf c, und setzt die Papierblende b in der Vertikal-Ebene von mc vor oder hinter m in n; gehet dann nach c; stellt hinter c in o den Meßtisch wieder so auf, wie vorhin bei b; nimmt das auf die Blende c geschriebene Maß in den Zirkel und trägt es von b, nicht aber von m, auf der Linie nach c; setzt noch das Maß des Abstandes der Blende C vom Punkte o auf das Alignement hinzu: so hat er den Standpunkt bei o, von welchem aus wie bisher verfahren wird.

Bei der Aufnahme des freien Bodens um einen Wald herum, muß man so viel als möglich die höher sich auszeichnenden Baumspitzen im Innern des Waldes, oder bei Städten und Dörfern die höchsten Baum- und Giebelspitzen und Feueressen bestimmen, um Berichtigung- oder Anbindpunkte zu haben, wenn man zuletzt das Innere aufnimmt. Wären ik zwei solche Bäume im Walde, so kann man, in dem Standpunkt bei e und g, in der Richtung, wo diese Bäume stehen sollen, hinvisiren und hinmessen, um zu sehen, ob sie wirklich da stehen; wären sie nicht vorhanden, so ist bis hierher ein Fehler begangen worden, und diesen kann man jetzt aufsuchen und berichtigen, ehe weiter gemessen wird.

§. 30.

Berge aufzumessen.

Wie die einzelnen Abdachungen der Berge zu messen und zu zeichnen sind, ist schon in der Theorie der Bezeichnung der schiefen Flächen beschrieben und nachgewiesen worden, hieher gehört noch die Anweisung zur geschwinden Aufnahme des ganzen Berges und aller Berge. Stehet man anfangs auf der Kuppe eines Berges, den man aufnehmen will, z. B. in dem Plane von Ober-Wiesenberg bei D, so gibt man den Auslauf der Neigestriche, nach allen Seiten hin, wie die Stralen eines Sternes an. Ist aber der Stand des Tisches am Abhange etwa in H oder I, so wird

mittels des auf dem Objektiv-Diopter angebrachten verschiebbaren Horizontalfadens nach allen Seiten hin visirt und angemerkt, welche Punkte des Bodens gleich hoch mit der Meßtischfläche liegen; es sind die in den punktirten Horizontallinien liegenden merkbaren Punkte.

Die Entfernungen dieser Punkte werden nun entweder mittels Visirlinien aus zwei Ständen bestimmt, oder, welches allezeit hinreichend ist, nach bereits in Grund gelegten Gegenständen abgeschätzt, aufgetragen und mittels einer leichten Hülflinie verbunden. So hat man an dieser eine, in der Bergfläche liegende Horizontale, durch welche nur die Striche rechtwinklig gelegt werden dürfen. Wendet man dieses kurze Verfahren in jedem Standorte an, so bekommt man die Lage der Böschungstriche auf der ganzen Grundfläche dieses Berges, auch auf den nebenliegenden und selbst auf den gegenüberliegenden Bergen. Der Winkel der Abdachung kann eben so in jedem, am Abhange genommenen Standorte auf- und abwärts gemessen, und mit den Zahlen der Grade notirt werden, aus welchen die Größen der übrigen Winkel, selbst an den gegenüberliegenden Bergabhängen, sich folgern lassen.

Wer dieses Verfahren einige Zeit anwendet, wird finden, daß man es nach und nach ganz weglassen und die Berge doch eben so richtig einzeichnen kann. Der Geübte wird bei der Aufnahme des Langenberges vorerst die Umgrenzungen desselben, das ist den Fluß und die Schluchten, dann die Kuppe und Kanten, die Wege und alle Gegenstände, die sich an und auf der Oberfläche des Berges befinden, so weit auftragen, als sie aus dem bisherigen Standorte bestimmbar waren, und das ist bei dieser Parthie nach etwa 3 bis 4 Standorten möglich. Nun siehet er, daß der Fuß des Berges am Flußthale hin, so wie auch ein Stück des Weges von Ober-Wiesenberg heraus, ferner der Mühlgraben horizontal liege, mithin treffen die Böschungstriche rechtwinklig auf diese Linien; die Schlucht nach dem

Dorfe zu, der Weg zur Mühle und nach der Fuhrt liegt aber schief, und auf diese treffen also auch die Striche schief. Von der Kuppe des Langenberges und der Kuppe D laufen die Striche nach allen Seiten aus; auf den beiden flachen Rücken, zwischen diesen beiden Kuppen hin, scheiteln sie sich. Bringt er nun die angelegten Stücke unter einander in Verbindung, so entsteht die ganze Strichlage des Berges. Durch diese Striche legt er endlich rechtwinklige Horizontalen in dem Abstande der Strichlängen, und schätzt nur hier und da die Winkel, z. B. bei H, I, bei B, A und O, so folgen die übrigen, wegen der Länge der Strichansätze, von selbst daraus und geben das Maß der Haltung bei der Auszeichnung des Ganzen mit Tusche *).

---

*) Der Herr Verfasser sagt in einem seiner hinterlassenen Manuscripte:

Hier will ich nun beschreiben, wie ich mich erzog und wie ich finde, daß man Andere erziehen müsse. Im Jahre 1791, wo ich das erste Mal zum Aufnehmen einer Gegend commandirt wurde, fühlte ich bald Erfordernisse, welche mir mangelten; als ich aber über alles mit mir zu Rathe gegangen war und meine Ideen in's Reine gebracht hatte, nahm ich einen einzigen Berg ganz so auf, wie in obiger Schrift angegeben ist, zeichnete ihn nach den von mir aufgestellten Regeln, und prüfte sodann das Bild gegen den aufgenommenen Berg. Diese Arbeit fand ich von unerwartetem und ganz außerordentlichem Nutzen; es schien mir, als würden meine Augen vom Zauber entbunden. Nun wurde ein anderer Berg gewählt, und bei diesem weniger, so wie bei dem folgenden immer weniger Hülflinien construirt, doch wurden noch die Höhen einzelner Orte, und hier und da, wo ich meinen Augen nicht trauete, die Böschungwinkel gemessen; so ging ich allmälig zum geschwindern Aufnehmen über, und erlangte dabei eine Fertigkeit im Schätzen der Böschungwinkel, bei jeder Ansicht des Bergabhanges, daß ich durchaus nicht mehr über den zehnten Theil fehlte. Nach achttägiger Uebung brachte ich es dahin, daß ich keine unmögliche Bergparthie mehr zeichnen konnte, ohne den Fehler sogleich unter der Hand zu entdecken; Finger und Auge lernten endlich in kurzem ihre Arbeit so mechanisch, daß es mir schwer geworden ist, eine

§. 31.

Auseinandersetzung des Detail-Aufnehmens.

Um das Geschäft des Aufnehmens der Einzelheiten für den Ungeübten recht deutlich zu machen, will ich noch die Vertheilung der Arbeit an die Aufnehmer, ihre Ausrüstung zu diesem Geschäft und die Folgeordnung der Standorte bei der Aufnahme der zum Beispiele angenommenen Gegend von Ober-Wiesenberg beschreiben.

Der Aufnehmer des topographischen Details bekommt zu seinem Antheile so viel an einander stoßende Sektionen, als er in der zur Aufnahme gesetzten Zeit, etwa in einem Sommer, vollbringen kann. Bei dieser Einrichtung wird er mit der ganzen Gegend bekannt, und kann nach dieser Bekanntschaft eine zweckmäßige Anordnung machen, um das Ganze und jeden Theil so geschickt anzugreifen, daß die vorhergehende Arbeit immer die nachfolgende erleichtert, welches er aber nicht thun könnte, wenn er jede Sektion

---

unmögliche Bergparthie nur nachzuzeichnen, eine mögliche Bergzeichnung hingegen kann ich, nach einer paarmaligen Ansicht, sogleich getreu nachbilden. Diese Leichtigkeit liegt nicht in der Natur meiner Augen und Finger, sondern in der Sache selbst, und es wird gewiß Mancher, der es über sich gewinnen kann, diese Schule durchzugehen, mit noch weit größerer Geschwindigkeit diese Geschicklichkeit erlangen.

Wollte man aber annehmen, daß ich diejenige Zeit, welche ich der Zeichnung der Berge bei meinem Aufnehmen widmete, der richtigen Aufnahme aller horizontalen Abstände der Objekte entzogen habe, so würde man irren. Hat jemand irgend einmal die Gelegenheit, meine Aufnahme nach der in Mayer's praktischen Geometrie, 3r Bd. §. 257., gewiesenen, oder nach einer noch strengern Methode zu prüfen, so wird er finden, daß diese Aufnahme mit der Mensel, wo alle Hauptgegenstände aus zwei und mehr Ständen durch Visirlinien mittelbar bestimmt und nirgend, als in Wäldern, oder wo durchaus keine freie Aussicht statt fand, etwas unmittelbar gemessen ist, nicht leicht von jemandem in eben der Zeit richtiger aufgenommen werden wird, wenn er sich auch auf

in einer fremden Gegend angewiesen bekäme. Seine Reisewege verkürzen sich, seine Boten werden mit ihm und mit der Gegend immer bekannter, und dann hat er den großen Vortheil, daß er solche Theile der Gegend, deren Bild an den Rand oder in die Ecke einer Sektion fällt, und die von andern Gegenden des Blattes weder zu übersehen, noch leicht zugänglich sind, folglich langweilig und mühsam durch unmittelbares Messen aufzunehmen wären, oftmals von der Gegend des anstoßenden Blattes vollkommen übersehen, also mit geringem Zeit- und Kostenaufwand auf dem Rande des andern Blattes aufnehmen, nachher aber auf das erste übertragen kann.

Eine solche schwierige Stelle zeigt sich auf dem Plane von Ober-Wiesenberg links, unten an der Erbach, welche also hier nicht, sondern auf dem unten anstoßenden Blatte aufgenommen würde, dagegen aber könnte die ganze Thalsohle der Erbach rechts unten, und

---

das Einzeichnen der Unebenheiten nach meiner Theorie nicht einließe, sondern solche nach bloßem Gefühl, oder nach der preußischen Methode zeichnete. Man muß aber auch nicht glauben, daß ich bei dieser Aufnahme alle Berge der ganzen Gegend mit solchen Horizontalen umsponnen habe, wie die zuerst aufgenommenen Berge; der bloße Gedanke bei der Aufnahme eines Landes, das durchaus angebauet oder mit Wald bedeckt ist, wäre Thorheit; aber wahr wird man es finden, daß jeder Berg doch eben so richtig gezeichnet ist, als wäre er auf diese Weise aufgenommen worden.

Sollte es daher wohl eine Ketzerei seyn, wenn ich behaupte: der Militair und jeder Andere, der nur Wahrheit in den Bildern von der Erdoberfläche darstellen soll und will, muß, um sich nicht zu verderben, so wenig als möglich, der Zögling in den Zeichnungschulen aber durchaus gar nicht nach Zeichnungen kopiren, ehe er in der Zeichnunglehre unterrichtet ist. Wenn aber der Schüler in der Stube dahin gebracht ist, einen modellirten Berg richtig im Grundriß verzeichnen zu können, dann muß der Lehrer ihn mit den Bergen in der Natur bekannt machen.

rechts auch wohl die ganze jenseits liegende Thalwand, wenn sie mit Wald bedeckt oder konvex abgeböscht, und deswegen von den weiter abliegenden höhern Punkten nicht übersehbar wäre, auf dem Rande des Blattes von Ober-Wiesenberg aufgenommen, und nachher auf die unten und rechts anstoßenden Blätter übergetragen werden. Hat der Aufnehmer zwei oder drei Meßtischblätter, die alle auf ein Stativ passen, so kann er zwei an einander stoßende Blätter zugleich vornehmen, dann auf den Gegenden um die Ränder bald an dem einen, bald an dem andern arbeiten, und so die großen Schwierigkeiten, die besonders beim Aufnehmen in gebirgiger und waldreicher Gegend an den Rändern der Sektionen eintreten, sich gar sehr erleichtern. Diese Umstände wären also bei der Vorbereitung zum Aufnehmen wohl zu beachten. Nachdem nun der Aufnehmer auf seinen Meßtischblättern die ihm aus dem Hauptnetze gegebenen Punkte aufgetragen hat, gibt er seinem der Gegend kundigen Boten den Meßtisch zu tragen, er selbst aber nimmt die Regel, Wasserwage, auch Zirkel, Federmesser und Abputzzeug, ferner ein kleines Taschenperspektiv zu sich, welche Dinge in einem dazu besonders eingerichteten Umgehänge so gesteckt sind, daß seine Hände, ohne weiter darauf zu sehen, jedes Stück leicht ergreifen können.

So ausgerüstet, stellen wir uns vor, komme er zur Aufnahme des Bodens von Ober-Wiesenberg, auf dem Wege von Fürstenwalde her. Auf seinem Meßtische seyen das Kreuz auf dem Kreuzberge und eine sehr scharf ausgezeichnete Tannenspitze auf der Kuppe über der Ziegenleite als Richtpunkte aufgetragen. Er begibt sich nun auf den Kreuzberg, hier übersiehet er zwar einen großen Theil der aufzunehmenden Gegend, aber nicht den andern Endpunkt seiner Linie, die Tannenspitze nämlich. Da also hier kein Stand zu nehmen ist, so wählt er sich bloß in der übersehbaren Gegend die Gegenstände aus, die ihm zu Richtpunkten dienlich scheinen und merkt

sich solche. Von hier geht er auf dem Scheiderücken der Gewässer fort, gegen den Tannenberg, und gibt unterweges wohl acht, welche Gestalt die zu Richtobjekten gewählten Gegenstände annehmen, welche entdeckt werden und welche auf's neue hervortreten. Von der Kuppe des Tannenberges können die beiden gegebenen Richtobjekte, das Kreuz und die Tanne, gesehen werden, und hier stellt er den Meßtisch (erster Stand) so auf, daß von der Fläche desselben aus das Kreuz und die Tannenspitze, auch recht viel andre Gegenstände, besonders aber die Kuppe des Langenberges, und ein über demselben hin liegendes Alignement von zwei merkbaren Gegenständen visiret und ausgezogen, also die Aufgabe C. 3. Fig. 5. angewendet werden könne.

Jetzt geht er auf die Kuppe des Langenberges und vollendet diese Aufgabe im zweiten Stande. Nachdem hier die beiden Standpunkte und mehrere Punkte der Gegend berichtigt sind, werden immer mehrere Gegenstände, besonders jenseit der Erbach, an der gegenüberliegenden Thalwand und im Thale selbst visirt, dann ein Alignement über die Bergnase 3, eins gegen O, auch eins über die Kuppe D des Berges am Zollhause hin genommen. Wenn hier alles in der Ordnung nach §. 29. besorgt ist, geht er nach B in dem Alignement fort, in demselben kann er bei B, wo das Kreuz auf dem Tannenberge sichtbar ist, einen dritten Standpunkt nach der Aufgabe §. 20. nehmen, um immer mehr Richtpunkte, so wie auch Punkte des Details, nämlich die nahe gelegenen Haus-, Zaun-, Busch- und Weg-Ecken abzuvisiren. Auf der Bergnase bei O wird ein vierter Standpunkt auf eben die Art genommen; was dort von Richtobjekten sichtbar ist, so wie auch alle gut gelegene Detailpunkte, abvisirt; die Wege, Baumreihen, Zäune ꝛc., die sich danach bestimmen, angezeichnet, auch selbst der Bergrücken genau angegeben. Von hier wird der Aufnehmer den Weg durch das Dorf zurück, gegen die

Kuppe am Zollhause nehmen, und auf derselben etwa bei D in dem genommenen Alignement den fünften Stand nach §. 20. nehmen und bestimmen, von dem er unter andern auch auf diejenigen Häuser im Dorfe visiren kann, die an der Gasse und am Scheidewege stehen, und die er sich auf dem Herwege besonders gemerkt hat.

Von hier geht er nach h und stellt sich in eines von den vorher besorgten Alignements. Hier im sechsten Stande dient zur Bestimmung des Standpunktes nach §. 20. die Tannenspitze, so wie im vorigen das Kreuz. Nachdem in h alles Merkwürdige visirt und gezeichnet ist, geht er gegen f; so wie sich aber das Terrain diesseit der Straße immer mehr vertieft, so verdeckt auch das am Rande unter f stehende hohe Holz die Alignementsobjekte. Bei dem Kreuzwege könnte indeß noch ein siebenter Stand genommen, und diese Wege auf kurze Strecken bestimmt werden.

Jetzt geht der Aufnehmer auf einer der Straßen zurück gegen den Tannenberg, auf welchem Wege er seinen Meßtisch mehrere Male aufstellen, und dadurch die Wege und alle nebenliegende Gegenstände im Einzelnen bestimmen könnte, da er nunmehr schon Richtpunkte genug in Grund gelegt hat, die zur Bestimmung eines jeden Standpunktes hinreichen. Aber wir wollen der Kürze wegen annehmen, er gehe bis auf den Tannenberg, wo er den Tisch noch einmal in den ersten Stand aufstellen und alle vormals visirten Gegenstände nochmals nachsehen, auch andere, die er bis jetzt als nützliche Richtobjekte kennen gelernt hat, neu visiren kann. Von dem bisherigen Stande, so wie von einem achten Stande bei I, und von einem neunten und zehnten auf dem Rücken vom Tannenberge zum Kreuzberge, einem eilften und zwölften auf dem Kreuzberge selbst, werden alle unbewaldete Theile des aufzunehmenden Terrains doppelt und mehrfach übersehen, und so viel Richtpunkte bestimmt, daß der Standpunkt an jedem etwas freien Ort, nach 3 und 4 gut gelegenen Richtobjekten, durch Rück-

wärts-Einschneiden (§. 26 und 27.) bestimmt werden kann. Auch eine große Menge Einzelheiten können schon von den bisherigen Standorten in Grund gelegt worden seyn, besonders die Kuppen, die Scheiderücken und die höchsten Umgrenzpunkte der Berge, das sind die Orte, wo die Schluchten entstehen, wie bei o, Zollhaus, Neue Schenke ꝛc., auch der ganze Waldrand vom Tannenberg bis zur Straße von Fürstenwalde könnte schon in Grund gelegt werden.

Alles bisherige forderte eine zu gehende Linie von etwa 2 Stunden. Rechnet man nun auf jeden der 12 Standpunkte höchstens 15 Minuten, von welchen das Aufstellen, Orientiren und den Standpunkt zu bestimmen, welches auch in den schwierigsten Fällen, die beim Aufsuchen der Objekte nur vorkommen können, nicht über 4 bis 5 Minuten beträgt, so bleiben noch 10 Minuten für das Anvisiren neuer Objekte übrig. Daher beträgt das Ganze einen Zeitaufwand von 3 Stunden, und mit jenen auf den Gang gerechneten 2 Stunden zusammen 5 Stunden. Ist der Mittag in einem, dem letzten Standpunkte am nächsten liegenden Orte, z. B. auf der Neuen Schenke, zugebracht worden, so wird des Nachmittags die ganze Oberfläche des Kreuzberges und des Tannenberges, das Dorf und der Rand des Waldes gegen das Thal hinab aufgetragen werden können, und zwar wird der erste Standpunkt bei dem Scheidewege von der Neuen Schenke genommen, und von demselben die Kreuzwege, die Busch- und Wiesen-Ecken, die merkbaren Sträucher an dem Wasserlaufe der hier anfangenden Schlucht, überhaupt so viele Objekte visiret, als nur Visirlinien, ohne Verwirrung auf dem Blatte zu veranlassen, angemerkt werden können.

Gewöhnt man sich, die Verhältnisse der Entfernungen unter den visirten Objekten zu schätzen, und ziehet man jede Visirlinie in dem Verhältnisse länger oder kürzer und bloß in der Gegend aus, wo das Objekt hinzuliegen kommt, so kann man, selbst ohne die Visirlinie mit Namen oder Buch-

staben zu bezeichnen, deren über 20 im Gedächtnisse behalten, wo nun immer die eine auf die Bekanntschaft der andern leitet. Da von dem Standorte aus die Straße nach dem Dorfe hin auf eine große Strecke zu übersehen ist, so kann ein Alignement über die Kreuz- und Scheidewege hin genommen werden, um dort recht schnell die Standpunkte zu bestimmen, von welchen aus abermals alle jene, schon einmal visirten Objekte bestimmt und neue anvisirt werden können. Nachdem auf diese Art alle merkbare Punkte bestimmt sind, so kann man an Randorten des Berges sehr leicht, mit Hülfe des Horizontal-Diopters am Visirlineale, Punkte, die mit der Ebene des Meßtisches gleich hoch liegen, auffinden, nach dem Augenmaße bestimmen und durch eine zusammenhängende Linie verbinden. Durch diese Horizontallinie lege man die Neigestriche des Bergabhanges rechtwinklig, und verbinde sie mit den Strichen, welche man schon von den Kuppen und Rücken, oder durch höher liegende, auf die nämliche Art bestimmte Horizontalen gezogen hat; so läßt sich die Neigung des Bodens im Zusammenhange anzeichnen. Misset man noch bei B, O u. s. w. den Abhangwinkel des Berges sowohl auf- als abwärts, und bemerkt das Verhältniß der Striche zum Zwischenraum mit einer Zahl, so folgt aus diesen Elementen die Form der ganzen Erdstrecke, die sich nun ganz genau auszeichnen läßt.

Der Gang des Aufnehmers ist von hier aus unterhalb dem Dorfe herum, und dann nach dem Zoll- und Forsthause herauf, wo er auf höchstens zehn Standpunkten die ganze Umfassung des Dorfes in Grund legen kann. Zuletzt geht er die Gassen des Dorfes durch und zeichnet hier, vielleicht ohne sich einmal aufzustellen, den Zusammenhang der Höfe ein, deren Feueressen und Giebelspitzen er von außen schon bestimmt hatte. So weit möchte die Arbeit eines Tages gehen. Nun ist noch ein Tag erforderlich, um den Fluß und das Thal mit dem jenseitigen Ab-

hange, von höchstens zehn Standpunkten aus, aufzunehmen; welche Standpunkte so an der Höhe hin gewählt werden können, daß von denselben aus jeder bestimmenswerthe Punkt auf dieser Strecke doppelt und dreifach besehen und visirt ist. Um das Thal der Erbach fernerweit aufnehmen zu können, muß sich der Aufnehmer an dem Holzrande, an der Ziegenleite und auch jenseit des Thales, so weit der Papierrand noch Terrain faßt, Richtobjekte in Grund legen, nach welchen jeder Standort unten im Thale bestimmt werden kann. Auch hier bedarf es nur 3 oder 4 Stände, um die ausgezeichneten Sträucher am Bachufer zu bestimmen, nach welchen der Lauf des Baches eingezeichnet werden kann.

Der Wald wird sich am beßten aufnehmen lassen, wenn man von da, wo die Wege vom Forsthause aus in den Wald treten und wo sich die Standpunkte durch Rückwärts-Einschneiden bestimmen lassen, solche mit abzuschreitenden Standlinien nach §. 29. verfolgt. Wobei denn von den Standorten, wo der Wald licht ist, Durchschnittlinien abgeschnitten werden können, auf welchen bemerkt wird, wo sie die Wege durchschneiden oder andere Gegenstände treffen. Trägt man diese Linien und die von denselben getroffenen Gegenstände auf, so dienen sie der Messung, die auf den Fahrwegen oder Waldlücken hingeführt wird, zur Prüfung. (Bei solchen Wegen, die mit den Holzschlägen veränderlich sind, ist es unnöthig, mit so großer Genauigkeit zu verfahren, man kann die Zeit lieber auf die Bestimmung wichtigerer Dinge verwenden.) Die Erbach mit ihrer Thalsohle kann hier nicht aufgenommen werden, sobald die andere Thalwand auch mit Wald bedeckt ist, es sey denn, daß von einer Gegend mit sichern Standlinien hieher gemessen werden könnte. Wäre aber die andere Thalwand frei, und mithin die Bach und ihre Thalsohle übersehbar, so nimmt man sie erst auf dem angrenzenden Blatte auf.

§. 32.

Das Höhenmessen.

Schon während des Aufnehmens der Einzelheiten einer Gegend, oder auch nachher, wenn dieses beendigt ist, stellt man den Meßtisch auf die Bergkuppen, welche die beßte Umsicht verstatten, horizontal auf und mißt die Höhenabstände aller umherliegenden Bergkuppen, und die Zusammenfälle der Bäche und Flüsse in den Thälern unter einander und gegen die, aus dem trigonometrischen Hauptnetze gegebenen Punkte, deren Höhen über dem niedrigsten Punkte des Landes und der Meerfläche schon dort berechnet und gemessen sind. Hierzu dient nun das von mir angegebene Diopterlineal.

Erläuterung: Das Lehmannische Visirlineal AB, Fig. 5. Tab. XVII., ist ein Parallelepipedum von lindenem oder hartem Holze, ungefähr 15 Zoll lang, $\frac{7}{8}$ Zoll hoch und $1\frac{1}{2}$ Zoll breit. An beiden Enden sind, mittels der Bolzen S, zwei $6\frac{1}{2}$ Zoll lange Dioptern DE und FG beweglich befestiget, so daß man selbige auf das Lineal niederlegen oder rechtwinklig aufstellen kann.

In dem Okular-Diopter DE ist das untere Loch x zum Visiren $\frac{3}{4}$ Zoll über dem Lineale, und eben so hoch der untere Theilstrich m der auf dem Objektiv-Diopter befindlichen Skalen angebracht.

Die innere Skale ist der in 100 Theile eingetheilte Halbmesser oder Sinustotus; die äußere Skale gibt die Länge der in der Ordnung auf einander folgenden Tangenten mit den beigeschriebenen Graden von 0 bis 45.

Jede dieser Skalen ist zweimal mit entgegengesetzter Lage vorhanden, um das Maß der Winkel auf- und abwärts zählen zu können, wie Fig. 4., 6., 7. zeigt.

KL Fig. 5. ist ein messingner Rahmen, mittels

welchem ein in demselbem befestigtes Querhaar an dem Objektiv-Diopter FG horizontal auf- und abwärts geschoben werden kann, und HI Fig. 5. der Einschnitt im Visirlineal, in welchen, bei Niederlegung der Diopter, dieser Rahmen zu liegen kommt, so daß dadurch eine feste Lage für selbige erhalten wird.

Soll ein Vertikal-Winkel mittels dieses Lineals gemessen werden, so schraube man das Objektiv-Diopter FG ab, stecke den Bolzen durch eine runde Seitenöffnung C, und ziehe letztern mittels der Schraubenmutter S, Fig. 6., gehörig an. Diese Oeffnung wird so angebracht, daß, nachdem man das Objektiv-Diopter in C befestigt hat, die Entfernung von der äußern Fläche des Objektiv-Diopters DE bis zur Fläche des entgegengesetzten UV, worauf die Skale befindlich ist, so viel als der Halbmesser, das ist die Skale von 100 Theilen, beträgt.

Bei Messung des Winkels yxz bringe man das Auge an die untere Oeffnung x des Okular-Diopters und schiebe den Rahmen K″L″ an dem Objektiv-Diopter UV so lange auf- und abwärts, bis das Querhaar das Objekt deckt, so werden an der innern Skale die Theile des Halbmessers, an der äußern hingegen die Tangenten der Winkel abgeschnitten. Erstere Messung ist, bei genauer Schätzung der Tausendtheile nach dem Augenmaße, der letztern vorzuziehen, besonders wenn man sich hierbei der Seite 11. befindlichen Tabelle bedient.

Wären z. B. durch das Querhaar 0,634 abgeschnitten, so fällt diese Tangente zwischen 0,6248 und 0,6371, folglich ist der dazu gehörige Winkel größer als 14° und kleiner als 14° 30′. Um die einzelnen Minuten zu erhalten, schließe man:

$$(0{,}6371 - 0{,}6248) : (0{,}634 - 0{,}6248) = 30' : x'$$

das ist $0{,}0133 : 0{,}0092 = 30' : x'$

$x' = \frac{0{,}0092 \times 30}{0{,}0133} = 20'$, folglich das Maß des Winkels $= 14^{\circ}\ 20'$.

Liegt der zu messende Gegenstand tiefer als die Horizontallinie xz, so bringe man das Auge hinter die oberste Oeffnung w des Okular-Diopters, verfahre übrigens wie vorher, nur daß die Theile oder Tangenten abwärts zu zählen sind.

Auch können die Höhen der Berge, ohne das Gradmaß der Winkel zu wissen, mittels dieses Lineals auf folgende Weise bestimmt werden. F.

Hat der zu messende Punkt eine höhere Lage als der Tisch, so wird das Lineal in die Vertikal-Ebene des Objekts gebracht; ebenfalls durch das unterste Loch des Okular-Diopters visirt; der Schieber des Objektiv-Diopters auf das Objekt gebracht, und die Zahl der, durch die Faden abgeschnittenen Theile, vom tausendtheiligen Maßstabe des Objektiv-Diopters, bei welchen nämlich die Entfernung der Diopter zur Einheit angenommen ist, aufwärts abgelesen, abgeschrieben und mit der aus dem Plane abzunehmenden Horizontalentfernung des visirten Objekts vom Standpunkte multiplizirt: so hat man den Höhenunterschied. Es sey z. B. auf ein hochgelegenes, trigonometrisch bestimmtes Hauptrichtobjekt visirt und 0,013 abgeschnitten worden. Die Horizontalentfernung sey 4853 Ellen, so ist die Tischfläche $4853 \times 0{,}013 = 63$ Ellen tiefer als das Hauptrichtobjekt. Auf einen tiefer liegenden Punkt visirt man durch das oberste Okularloch und lieset die Theile abwärts; es sollen z. B. 0,123 Theile abgeschnitten und die Horizontalentfernung 1208 Ellen seyn, so stehet der Tisch um $1208 \times 0{,}123 = 148{,}5$ Ellen höher als dieser Punkt, und dieser tiefere Punkt liegt $148{,}5 + 63$ Ellen unter dem

dem Horizont jenes Richtobjektes. So kann man in etlichen Minuten eine Menge Höhen mit hinreichender Genauigkeit messen und berechnen, die dann auf dem ausgezeichneten Plane mit Zahlen beschrieben werden, wie solches in dem Plane von Ober-Wiesenberg angegeben ist.

Mittels solcher Höhenmessungen kann nun auch jeder Bergabdachung-Winkel, den wir in der Ferne vielleicht vor der Mündung des feindlichen Geschützes sehen, bestimmt werden. Es sey, in dem so eben angeführten Plane, B eine feindliche Batterie, O unser Stand. Der Neigewinkel von B nach A wird zu wissen verlangt. Man mißt bei O eine Grundlinie, und bestimmt nach derselben die horizontale Entfernung A, O und B, O, mithin auch AB. Dann wird die Höhe B über O, und A unter O bestimmt, und beide Höhen addirt. Man trage nun die horizontale Entfernung von AB, in Fig. 3. desselben Blattes, aus a nach c zu, errichte in dem Endpunkte eine Perpendikulare, und trage auf selbige die gefundene Höhe, nach eben diesem Maßstabe: so kann man mittels der von 3 zu 3 Grad gezogenen Neigelinien ersehen, wie viel Grade der beabsichtigte Neigewinkel der Bergabdachung enthält. Nach solchen Höhenbestimmungen werden nun auf jedem Rande der Chartensektionen die Profile durch die höchsten Bergspitzen gezeichnet und auf den Meerhorizont begründet.

Bei allen Höhenmessungen ist aber zu bedenken, daß die Lichtstralen sich in ihrer Vertikal-Ebene biegen oder brechen, nachdem der Zustand der Luft verschieden ist, so daß ein und derselbe Gegenstand von einem andern, höher oder tiefer liegenden Orte, das eine Mal höher, das andere Mal tiefer gesehen wird. Der Zustand der Luft, bei welchem die Lichtstralen am wenigsten gebrochen werden, ist, wenn die Luft recht rein aussiehet, an hellen, mittelmäßig warmen Tagen, wo ein steter Wind wehet, in den Stunden von 10 bis 11 Vor- und von 4 bis 5 Uhr Nachmittags. Bei dicker Luft, nach einer feuchten kühlen Nacht, wenn ein

heißer Tag eintritt und kein Wind streicht, erscheinen in den Frühstunden um 6 bis 8 Uhr die Gegenstände am höchsten, und in den Mittagstunden von 1 bis 2 am niedrigsten. Danach nun muß man die Zeit wählen, wenn man weit entfernte Höhen messen will; auf kurzen Entfernungen ist beim Höhenmessen die Brechung der Lichtstralen nicht zu beachten.

§. 33.

Quadrirung und Zusammensetzung der Meßtischblätter.

Wenn ein Meßtischblatt vollgearbeitet ist, so wird der Raum innerhalb des vollgezeichneten Rechtecks mit einem Netze von Quadraten überzogen, wovon jedes seine bestimmte Zahl von Ellen faßt, z. B. 500, 1000, 2000 ꝛc., je nachdem der Maßstab klein oder groß ist, mittels dieser Quadrate kann es hernach kopirt oder reduzirt werden. Wenn nun auch das vom Tische abgeschnittene Papierblatt einläuft oder sich verziehet, so hat das keine nachtheiligen Folgen für die Kopie. Denn jedes einzelne Quadrat bekommt seine richtige Gestalt wieder, wenn es sich auch im Aufnahme-Blatt rhomboidalisch verzogen hätte.

Sollten auf den Seiten des aufgenommenen Blattes andre Blätter angesetzt und, aus Mangel der trigonometrisch bestimmten Hauptrichtpunkte, ein Netz von Richtpunkten nach den auf dem ersten Blatte bestimmten Richtobjekten aufgenommen werden, so müssen, noch vor dem Abnehmen des Papieres vom Tischblatte, die Längen der Linien, welche als Anbindung- und Grundlinien für die daran stoßenden Blätter dienen sollen, z. B. Tab. XIX. die Linien KC, ZX, Xqq, oder XF und FK, sowohl als die Abstände dieser Punkte von den Randlinien ganz genau mit dem Zirkel abgenommen, im Maße bemerkt und eben so genau auf den neuen Ueberzug des zweiten Tischblattes übergetragen werden. Wollte man diese Linie von dem bereits abgenommenen und eingelaufenen Papiere durchste-

chen, so würde jedes folgende Blatt in einem kleinern Maßstabe aufgenommen werden, als das vorhergehende, und mithin könnten die Blätter nicht zusammen passen. Nach dieser Abnahme der Anbindunglinien wird das Blatt abgenommen und ausgezeichnet. Unter diesen Umständen ist es gut, wenn man mehrere Tischblätter hat, die alle auf Ein Stativ passen.

§. 34.

Prüfung der Aufnahme-Blätter.

Bei jeder verdungenen oder anbefohlenen Arbeit muß die Prüfungart, welche man auf die Arbeit verwenden will, so wie die Größe der Fehler, genau bestimmt seyn, welche noch für gut gerechnet werden können. Wenn nun ein untergeordneter Ingenieur das ihm zugetheilte Meßtischblatt aufgenommen und ausgezeichnet hat, so übergibt er es dem Vorgesetzten der Aufnahme zur Prüfung, eben so übergibt der bedungene Feldmesser seine Arbeit dem Aufseher, der sie prüft, ehe die Zahlung dafür geleistet wird. Nach der Prüfung signirt der Vorgesetzte das Blatt und vertritt nunmehr die Fehler, welche seine Prüfung bei einer pflichtmäßigen Anwendung entdeckt haben würde, aber nicht entdeckt hat. So auch der Oberaufseher oder Chef des Aufnehmer-Corps prüft alles, was ihm übergeben wird, vor der Uebernahme, bezeichnet es als richtig und vertritt bei dem Dienstherrn, oder, wenn die Arbeit für das Publikum bestimmt ist, vor dieser Behörde die Fehler der Charte.

Die Prüfung der einzelnen Aufnahme-Blätter wird vorerst und hauptsächlich nach mathematisch-physikalischen, technologischen Gründen, und nachher wo möglich auch historisch, der Reihe nach folgendermaßen bewirkt: Zur Prüfung der Bergzeichnung ziehet man etliche Linien willkührlich queer über das Blatt und trägt die Profile derselben auf, nach §. 28. der Theorie, wo sich dann zeigt, ob die Bergabdachungen durch Lage und Verhältniß der Striche

möglicherweise richtig ausgedrückt sind oder nicht. An jedem Orte, wo die Bergzeichnung verdächtig scheint, dürfte man auch nur in einigen Entfernungen von einander Linien, rechtwinklig durch die Neigestriche, also Horizontalen, legen und untersuchen, ob zwischen solchen, bei den verschiedensten Abständen von einander und bei den verschiedensten Haltungen der Striche, gleiche Höhenunterschiede sich ergeben.

Eine historische Prüfung der Bergzeichnung, durch Nachmessen der Größe und Lage einiger Abdachungen auf dem Boden, ist deswegen überflüssig, weil bei der Angabe der Höhen nach §. 32. es unmöglich ist, Fehler zu machen, die nicht bei der mathematischen Prüfung sogleich kennbar würden. Ist die mathematische Möglichkeit der Bergform erprüft, so wendet man noch die physikalischen Grundsätze der allgemeinen Terrainlehre auf die Entstehung der Berge und die Bildung ihrer Oberfläche an, um zu finden, ob und wo der Aufnehmer unnatürliche Formen gezeichnet habe.

Die richtige Bezeichnung der Beschaffenheit des Bodens, der Gewässer, der Wiesen, Felder und Gehölze, der Bauwerke und Transportwege, wird nach den Grundsätzen der allgemeinen Terrainlehre beurtheilt, und die Stellen, welche unnatürlich scheinen, zunächst auf dem Boden historisch untersucht.

Die Richtigkeit der Grundlage wird erprüft, wenn man auf dem Boden zusiehet, ob alle die Gegenstände, welche eine willkührlich auf dem Blatte gezogene gerade Linie trifft, auch auf dem Felde in einer Vertikal-Ebene liegen. Irgend eine Linie nachzumessen, ist ganz unnöthig, da, wenn irgendwo ein Fehler gemacht wäre, dieser die ganze Grundlage der nebenliegenden Gegenstände verschieben würde, und auch für die Richtigkeit im Horizontal-Maßstabe die Grundlegung der Hauptrichtpunkte bürgt. Diese Prüfungart ist so strenge als einfach, sie setzt bei dem Examinator wenig Kenntnisse voraus, selbst der Nichtmathematiker kann sie unternehmen und sich von der Richtigkeit

der Charte überzeugen. Es ist also sehr leicht, daß eine Kriegskommission das Ganze einer militairischen Aufnahme, die Kammerkommission die staatswirthschaftliche Aufnahme, und selbst die Dorfgerichten die ökonomische Aufnahme ihrer Flur prüfen und, nach befundener Richtigkeit, dem Plan einen rechtlichen Werth geben, den ihr die theuersten, übrigens ganz unnützen Eidschwüre der Feldmesser nicht geben können.

Nach dem Berichte des Herrn von Zach, über die Aufnahme von Thüringen rc., sollte man glauben, die trigonometrischen Richtpunkte und die Vergleichung der Ränder hielten schon den topographischen Detailleur hinreichend in Controlle; aber, möchte man fragen: kann sich der Aufnehmer des Details nicht mit seinem Nachbar über die Mittheilung der Ränder verstehen und solche zusammen zeichnen, oder wenn er sich das nicht getrauete, kann er nicht bloß an den Rändern richtig arbeiten und in der Mitte des Blattes bloß kroquiren? wird er bei aller Ehrlichkeit nicht zwischen seine trigonometrischen Richtpunkte, durch das gewöhnliche Abschreiten der Entfernungen und durch das Orientiren des Meßtisches nach der Magnetnadel, die größten Fehler in der Grundlage der Einzelheiten machen? Und welche Phantasieen kann und wird er endlich unter dem Namen Berge auf das Papier zeichnen? Was wird nun aber dem Militair eine solche Charte nützen, von der er weiß, daß die einzige Horizontalentfernung zwischen zwei oder drei Punkten auf einer Quadratmeile, und die Entfernungen der Gegenstände an den Sektionrändern ganz richtig abzunehmen sind, alles übrige aber, als kroquirt und phantasirt, keinen Glauben weiter verdient, als den das Patent und der Rock des Aufnehmers befiehlt.

Die vorgeschlagene Art zu prüfen, setzt die Arbeit des Feldmessers in die engsten Schranken der Wahrheit. Wie der Direktor einer großen topographischen Aufnahme das ganze Chartengebilde prüfen könne und müsse, wird sich aus dem abnehmen lassen, was über die Prüfung topographi-

scher Charten und Plane im ersten Theile dieses Werks im Allgemeinen gesagt worden ist.

§. 35.

Ueber das Aufnehmen mit dem Meßtische bei Rekognoszirungen, Gefechten und Belagerungen.

Bei Rekognoszirungen ist es sehr nothwendig, die Entfernungen schnell und richtig zu messen, um die kürzesten und zweckmäßigsten Kolonnenwege, die Formirungplätze und Angriffpunkte zu bestimmen, den Artilleristen die Stellen für die Batterien anzuweisen, und zugleich für die ersten Schüsse ein sicheres Maß der Schußweiten zu geben. Bei uns Deutschen, wo der Offizier durch das Studium der Kriegswissenschaften auf der Stube immer kurzsichtiger und unbekannter mit dem Boden im Allgemeinen wird, auf dem er dereinst seine Kriegskunst ausüben soll, wird dies Bedürfniß der Meßkunst täglich dringender. Die Artilleristen lernen mit großer Anstrengung auf dem Wege der höhern Mathematik die Kräfte und die Bahnen der abgeschossenen und geworfenen Kugeln berechnen; aber wo es zum Treffen kommt, da fehlen ihnen oftmals die Kenntnisse der Entfernungen, die wenige richtig, leicht und schnell zu messen wissen, es fehlt ihnen vielleicht auch die Kenntniß von der Wirksamkeit der Schüsse auf dem mannigfaltig abgeböschten Boden, dessen Form sie niemals zu messen und zu schätzen versucht haben.

Man übe aber einen geschickten Aufnehmer mit dem Meßtische so, daß er und sein Gehülfe den Meßtisch schnell zu handhaben wissen, daß sie nämlich damit geschwind vom Pferde absteigen, das Werkzeug aufstellen, damit arbeiten, es wieder aufheben, zusammenlegen und sich zu Pferde setzen können. So wird ein solcher Ingenieur, auf Rekognoszirung mit dem Auftrage gesandt, die militairische Lage des Gegners und des vorliegenden Bodens zu würdigen, die Angriffpunkte zu bestimmen, der Artillerie ihre

Plätze anzuweisen u. s. w., sich gewiß nützlicher machen als eine ganze Batterie, die ohne Terrainkenntniß aufgestellt ist. Er wird sich nämlich auf einen Punkt begeben, von wo er am beßten die Landschaft übersehen kann, hier wird er den Tisch so aufstellen, daß das Terrain ihn und sein Werkzeug so viel wie möglich gegen die Gesicht- und Schußlinien des Feindes deckt, von hier wird er alle zu Richtobjekten dienliche Gegenstände in der beabsichtigten Gegend visiren, und sich Allignements notiren, dann wird er sich schnell zu Pferde setzen und eine Standlinie abgaloppiren; am andern Ende derselben aber wieder so verfahren wie vorhin. Dadurch bekommt er in Zeit von einer Stunde schon ein Horizontalnetz von einer großen Anzahl Richtobjekte und die Höhen der Objekte gegen einander; er weiß nun schon die Entfernung und Höhe bei jeder Bergkuppe von der andern, jeder Batterie, jeder Verschanzung, jedes Lagerpunktes in der Stellung der Feinde. Wendet er noch eine halbe Stunde darauf, um das gesehene Detail der Gegend und das, was ihm seine allgemeine Terrainkunde vom Ungesehenen verräth, nach dem Augenmaße in dieses Netz einzutragen, so kann er dem Feldherrn ein Bild von der Gegend vorlegen, auf welches die wichtigsten Dispositionen zu gründen sind. Jedem Batteriekommandanten kann er für alle Orte die Entfernungen seines Gegners mittheilen, und dadurch bewirken, daß seinem Dienstherrn kein Schuß verloren gehet, daß der Feind gleich bei der ersten Wirkung unsrer Waffen vor Furcht und Achtung für solche und für das Genie, das die Waffen leitet, durchdrungen werden müsse.

Wenn schon bei Rekognoszirungen und Gefechten Zeit genug ist, um die Gegend mit dem Meßtische in Grund zu legen und zu profiliren, so fehlt es gewiß nicht an Zeit bei Belagerungen, und hier ist eine genaue Messung von unendlichem Werthe. (Man denke nur an die Belagerung von Olmütz und Schweidnitz nach Tempelhofs Beschreibun-

gen, ferner an die von Longwy nach der Geschichte der ersten Feldzüge des französischen Krieges, von einem deutschen Offizier, 1805. 1ster Theil. Seite 83.) Bei einer vorzunehmenden Belagerung hat der Feld-Ingenieur schon während der ersten Rekognoszirung Zeit genug, eine Basis von einigen tausend Ellen mit Maßstäben ungestört und ungesehen in einer Gegend zu messen, die außer der Schußweite der Festung liegt; von dieser aus kann er in einigen Stunden ein System von Richtobjekten innerhalb der Festung, auf den Werken, in deren Schußfelde und in der umliegenden Gegend in Grund legen, das Bild des Ganzen darin entwerfen und dem Kommandanten der Belagerung vorlegen, worauf dieser nun das Ganze seiner Dispositionen entwirft. Ist nun ferner bestimmt, auf welche Werke der Angriff gerichtet werden soll, so geht der Ingenieur mit der Detailmessung weiter vor und bestimmt so viele, auf dem Boden festliegende Objekte, als sein Auge nur unterscheiden kann, und zeichnet auch die Form des Bodens so viel möglich ein. Auf diese Weise lassen sich nun die genaueste Entfernung und die Gesammt-Maße der ersten Parallele, die Dopots, die Batterien ꝛc., auf dem Meßtischblatte angeben und auf dem Felde bei Tag und Nacht bemerken, auch die Arbeiten ohne Verwirrung anfangen und vollführen. So fährt der Ingenieur fort, mit seiner Detailaufnahme den Belagerungarbeiten vorzugehen, und sein Meßtischblatt dient immer dazu, die Arbeiten voraus zu entwerfen, jeder Wurf- und Schußbatterie die Entfernungen und Richtungen der sichtbaren oder unsichtbaren Objekte, auf welche sie bei Tag und Nacht werfen und schießen sollen, mitzutheilen. Endlich dient es auch dazu, dem abwesenden Dienstherrn die ganze Belagerungdisposition und Arbeit zur eigenen Beurtheilung vor Augen zu legen, und solche auch den übrigen Kriegern, welche der Belagerung nicht beiwohnen, unterrichtend zu machen.

Sollten sich auf dem Felde, um die Festung, durch-

aus keine merkbaren Gegenstände oder sonstige Abzeichen, als Sträucher, Stauden, Steine, Erdhaufen, Flecke, Getreide-Ecken, Gras-Ecken ꝛc., befinden, so schickt man des Nachts jemanden so weit als möglich vor, der etwa Baumreiser in den Boden steckt oder Erdhaufen aufschüttet, die der Ingenieur alsdann bei Tage visirt und als Richtobjekte bestimmt. Bei dieser Aufnahme unter den Augen des Feindes wird der Ingenieur vorzüglich die Alignements zu benutzen suchen, die er schon von den entfernten, sichern Standpunkten über die nähern unsichern hingezogen hat, oder die er auch von jedem, an gedeckten Orten durch Rückwärts-Einschneiden bestimmten Punkte über dem nothwendig zu nehmenden unbedeckten, gefährlichen Standorte hinziehen kann. Seinen Meßtisch wird er dann schnell in ein solches Alignement aufstellen, darin orientiren, den Standpunkt nach einem seitwärts liegenden Objekte abschneiden, auf alle bestimmenswerthe Punkte visiren, und sich dann schnell zurückziehen.

Der Ingenieur in der belagerten Festung wird seinerseits schon vor der Belagerung einen genauen Plan seiner Festung und des vorliegenden Feldes aufgenommen haben. Während einer Belagerung aber wird er entweder von zwei Punkten der Wälle, oder sonst von zwei erhabenen, das ganze Feld zu übersehenden Standorten, auf Häusern, Thürmen ꝛc., alle Arbeiten des Belagerers sogleich in Grund legen, und das Bild dem Kommandanten, dem Bau-Ingenieur und den Artilleristen vorlegen.

Bei dieser Gelegenheit, wo Winkel auf Häusern und Thürmen gemessen werden sollen, und wo kein Stativ stehen kann, bedient man sich einer solchen Schraubenzwinge, wie die Tischler zum Zusammenschrauben der Breter haben; in dem Rückenstücke dieser Zwinge ist ein konisches Loch, in welchen der messingene Cylinder, der in die Dille des Stativs paßt, gesteckt und befestigt werden kann. Mit dieser Vorrichtung ist der Meßtisch an jedem Fensterstock

oder jeder Thurmsäule, auch an dem Stamm eines Baumes, auf den man, um eine große Umsicht zu bekommen, gestiegen ist, horizontal zu befestigen. Zwar mißt man so von mehreren Punkten eines Thurmes und nicht vom Mittelpunkte aus, aber wenn der Abstand der Fenster vom Mittelpunkte des Thurmes sich zu den Entfernungen der Gegenstände verhält wie 1 zu 5000 und darüber, so ist der Fehler, der daraus entstehet, bei der Grundlegung der Hauptrichtpunkte nicht zu beachten, und bei nähern Objekten, bei der Detailaufnahme, wird ohnehin jeder Standpunkt des Meßtisches nach der Entfernung vom Mittelpunkte des Thurms aufgetragen werden können.

§. 36.

Bildung des Augenmaßes.

Der Feld-Ingenieur, der mit dem Meßtische vielerlei Gegenden aufnimmt, erwirbt sich dadurch am beßten das geometrische Augenmaß; denn indem er seinen Standpunkt und mehrere umherliegende Gegenstände bestimmt hat, kann er, ohne seinen Ort zu verlassen, die horizontale Entfernung eines jeden Gegenstandes, von der Höhe nach der Tiefe, wie aus der Tiefe nach der Höhe, über ebenen und unebenen, kahlen, bewachsenen, bewaldeten Boden und über Gewässer hin, bei verschiedener Beleuchtung und bei jedem Zustande der Luft, von seinem Standpunkte und von einem andern ebenfalls bestimmten Objekte schätzen, sogleich nachmessen und die Ursachen aufsuchen, welche ihn zur fehlerhaften Schätzung veranlaßt haben. Auch die Größe der Horizontal- und Vertikal-Winkel lernt er auf diese Art am beßten schätzen, indem er auf der Stelle die Schätzung sogleich nachmessen und die wahren Maße mit dem Anblicke des Bodens vergleichen kann.

Ein so gebildetes geometrisches Augenmaß dient nun beim Aufnehmen der topographischen Charten dazu, das Detail der Gegenden schnell in das geometrische Netz von

Richtpunkten einzuzeichnen, oder selbst in dem Falle, wo kein Netz von Richtpunkten entworfen worden, ein möglich genaues Bild der Gegend nach dem bloßen Augenmaße und nach Schritten aufzunehmen. Es ist nach einiger Uebung gar leicht, eine ziemlich gerade Linie mit dem Stocke auf den Erdboden zu zeichnen und anzugeben, auf welche Gegenstände des Feldes die Vertikal-Ebene dieser Linie trifft; es ist ferner leicht, zwei solche Linien oder zwei gerade Stöcke genau rechtwinklig über einander zu legen und ihre Richtung zu verlängern; auch ist es leicht, durch noch mehrere Linien oder Stöcke die rechten Winkel zu halbiren, die Hälfte wieder zu halbiren, und sofort bis in die kleinsten Winkel; noch leichter aber ist es, einen solchen Stern von geraden Linien aus freier Hand auf dem Papiere zu zeichnen, sie zu verlängern und dabei die Namen der Objekte zu schreiben, die auf dem Felde in und neben jeder Linie liegen. Auch das ist leicht, jeden Standort auf dem Felde nach bereits bestimmten Richtpunkten zu finden; man setze sich nur auf der Linie von zwei solchen Objekten, sey es dazwischen oder in der Verlängerung, und ziehe auf dem Boden eine Linie nach einem dritten, seitwärts liegenden Richtobjekte, so zeigt sich der Winkel, unter welchem die Linie von den Richtpunkten auf dem Papiere an unser Alignement fällt und den Standpunkt abschneiden muß. Schreitet man nun von einem Standorte zum andern und entwirft solche Winkel, so ergeben sich durch den Durchschnitt der gleichnamigen Linien eben so die Lagen der Objekte, wie bei dem Aufnehmen mit dem Meßtische.

Gesetzt nun, man habe bloß ein Netz von Richtpunkten bekommen, und solle die Gegend aus freier Hand bei vollkommener Muße und Sicherheit einzeichnen, so fange man wieder in der fernsten und höchsten Gegend an, trete in ein Alignement von zwei Richtobjekten, zeichne dasselbe auf dem Papiere mit Bleistift an, bestimme den Standpunkt, setze vor denselben mit dem Zirkel oder nach dem

Augenmaße einen Maßstab von 100 zu 100 oder 500 zu 500 Schritten auf das Alignement, schreite in demselben fort, so weit der Boden wegsam ist, und zeichne von den abgeschnittenen Ständen alle Gegenstände des Feldes ein; kommt man z. B. an einen Weg, so bleibt man stehen, zeichnet sein Alignement, so wie auch die Richtung des Weges auf dem Boden, trägt den Winkel in den Standort auf's Papier und entwirft den Weg, so weit man seinen Lauf übersiehet. Einzelne neben dem Alignement liegende Gegenstände werden nach einer hingezogenen Linie und nach der geschätzten Entfernung eingetragen. Wird endlich das Alignement durch ein Thal, einen Fluß, Zaun ꝛc. unterbrochen, so bricht man die Gehe-Linie nach einem Winkel ab, der sich nach dem vorher gesagten leicht angeben und zeichnen läßt, und so wird bis zur Beendigung der Aufnahme fortgefahren. Je mehr es aber bei dieser Art an Zeit und Sicherheit fehlt, desto weniger können Standpunkte und Linien abgeschritten und gezogen werden, um desto mehr muß der Ingenieur geübt seyn, nicht nur Entfernungen und Winkel, sondern gleich ganze Figuren, so richtig als zu seinem Zwecke nöthig ist, in's Auge zu fassen und auf's Papier zu zeichnen. Bei solchen Aufnahmen nach dem Augenmaße gebraucht der Feld-Ingenieur, außer Papier, Bleistift, Messer und Abputzzeug, weiter kein Werkzeug oder Hülfmittel, selbst den Zirkel kann er entbehren, denn es ist gar leicht, einen vorgeschriebenen Maßstab nach dem Augenmaße auf jede Linie zu zeichnen und solche einzutheilen. Alle jene künstlich ausgesonnenen Schreibtafeln mit Visiren, jene Stockvisire, beinerne Transporteurs ꝛc., die sich in den geometrischen Arsenalen so schön ausnehmen, sind gänzlich zu entbehren und für überflüssigen Zierrath zu achten. Selbst die Magnetnadel, mit welcher die Ingenieure so gern auf Wegen und in Thälern und durch Wälder hinarbeiten, ist, wie schon zuvor gesagt worden, ein höchst unsicherer Wegweiser und öfters mehr schädlich als nützlich, denn man weiß nicht,

wo man auf Striche oder Stellen kommt, in welchen die Magnetnadel beträchtlich abweicht und zu gänzlicher Verwirrung der Aufnahme führt; man gewöhnt sich auch beim Gebrauche der Magnetnadel nicht so an jene, dem Soldaten überall nothwendige Uebersicht der ganzen Gegend, welche bei dem beständigen Einrichten nach den erhabenen Alignementsobjekten erworben wird.

Viele Feld-Ingenieurs glauben indeß noch nicht an jene beträchtlichen Abweichungen und Neigungen der Magnetnadel, die man in den sächsischen, böhmischen und schlesischen Gebirgen beim Aufnehmen mit dem Meßtische kennen lernt, sobald man auf jedem bestimmten Standpunkte die Richtung der Magnetnadel angibt; sie verhehlen lieber ihre Verirrungen beim Aufnehmen, schreiben sie stillschweigend ihrer Ungeschicklichkeit zu, und denken, es mißt uns ja Niemand nach.

§. 37.

Die Aufnahme nach dem Augenmaße.

Soll der Feld-Ingenieur eine Gegend oder einen Landstrich ohne alle künstliche Instrumente aufnehmen, und sind ihm keine trigonometrisch oder geometrisch bestimmte Richtpunkte gegeben, so ist es durchaus nothwendig, daß er sich solche Richtpunkte selbst, so gut als es möglich ist, und als es seine Zeit und Sicherheit gestatten, bestimme. Ist die Gegend mehrere Quadratmeilen groß, so wird er wohl thun, eine Scheibe oder ein ebenes Bretchen rechtwinklig auf einen, unten zugespitzten Stock zu stecken, darauf ein Blatt Papier zu befestigen, den Stock auf einen erhabenen, weit umsehenden Ort der Gegend senkrecht in die Erde zu stecken, vom Mittelpunkt aus Gesichtlinien nach den erhabensten Gegenständen zu ziehen und so weiter zu verfahren, wie mit der Zollmannschen Scheibe. Statt dieses schon etwas künstlichen Instruments kann auch jeder hölzerne Schemel gebraucht werden; die Stelle eines Visirlineals

vertreten zwei Nadeln. Alles das behandelt sich um so besser, je mehr die Augen und Finger durch das Aufnehmen mit dem Meßtische geübt worden sind. Ist die aufzunehmende Gegend nicht so groß, so wird ein Netz von Richtpunkten hinreichen, die bloß mittels der, auf der Erde beschriebenen und danach abgezeichneten Winkel entworfen sind. In solchen Fällen, wo entweder durchaus kein Werkzeug zu haben ist, um Winkel auf dem Felde zu visiren und zugleich auf dem Papier zusammen zu setzen, oder wenn die Witterung den Gebrauch und die Handhabung solcher Werkzeuge nicht zuläßt, wie im strengen Winter und bei Regenwetter, nimmt man drei kleine Stäbchen und verbindet zwei derselben, auf 20 Fuß Abstand, mit einem Faden. Mit diesen drei Stäbchen kann man nun jeden Winkel auf dem Felde, den zwei Objekte am Standorte machen, ausstecken, so daß die Schenkel gleich sind; dann dürfen nur die Sehnen mit einem eingetheilten Maßstabe, oder mit einem Faden gemessen und das Maß notirt werden, so ist es hernach in der Stube gar leicht, auf einem Bogen Papier das Netz und die Richtpunkte zu entwerfen, ohne weitere Werkzeuge dabei zu gebrauchen, als Zirkel und Lineal. Mit geschickten Augen und Händen kann man auf diese Art Winkel bis auf zwei Minuten genau messen und mithin durch Anwendung aller der Aufgaben, die bei dem Gebrauche des Meßtisches vorkommen, ein Netz von Richtpunkten über eine große Landstrecke entwerfen. Wäre ein Netz von Richtpunkten, auf irgend eine der beschriebenen Arten, so leicht und schnell als möglich entworfen, so ist es immer richtiger, als wenn man die Lage der Städte und Dörfer aus einer Spezial-Landcharte nimmt und die Entfernungen vergrößert aufträgt, es müßte denn diese Charte von so erprüfter Richtigkeit seyn, als einige Blätter des Wieland'schen Atlasses von Schlesien sind. Die Müllersche Charte von Böhmen und die Zürnersche von Sachsen taugen schon nicht dazu.

Erklärung: Um sich von dem näheren Verfahren, mittels dreier, an einer Schnur befestigten Visirstäbe Winkel zu messen, und von der so eben angeführten Richtigkeit zu überzeugen, möge folgende Erläuterung hier statt finden.

Zwei gerade Stäbe a und b, Fig. 10. Tab. XXIV., ungefähr $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll stark und 3 Fuß lang, unten zugespitzt *), werden mittels zweier durch Wachs oder Leinöl getränkter Schnuren, jede 20 Fuß lang, mit einem dritten Stabe c verbunden.

Will man den Winkel ABC, Fig. 10., auf dem Felde messen, so wird der Stab c in den Scheitelpunkt C des Winkels senkrecht eingesteckt, mit dem Stabe a (ihn senkrecht haltend) zurückgegangen und die Schnur sanft angezogen, so daß die Punkte acA in gerader Linie sich befinden. Eben so wird auch mit dem Stabe b verfahren. Die Entfernungen bc und ac sind als Halbmesser eines Kreises zu betrachten, folglich die Entfernung ab als Chorde dieses Kreises. Letztere wird nun mit einem richtig eingetheilten Maßstabe, oder bei beträchtlicher Entfernung mit einer auf vorige Weise zugerichteten Schnur gemessen, an welcher die Fuße, so wie die Zolle des letzten Fußes, durch farbiges Garn oder ein anderes Mittel bezeichnet sind; doch kann die Chorde in diesem Falle nicht länger als $14\frac{3}{10}$ Elle werden, weil selbige dem rechten Winkel zugehört. Sollte diese Länge bei der Messung der Winkel, die sich dem rechten nähern, zu unbequem scheinen, so darf nur die Mitte der beiden, die drei Stäbe verbindenden Schnuren durch eine

---

*) Die von uns gebrauchten sind mit eisernen Schuhen beschlagen. Ungefähr 4 Zoll über der Spitze des Schuhes ist ein Loch in den Stäben, wodurch die Schnur gezogen wird.

Marke bezeichnet, und die Chorde für den Halbmesser von 5 Ellen gemessen werden, die sodann bei dem rechten Winkel die Hälfte von 14 Ellen 3,41 Zoll, das ist 7 Ellen 1,7 Zoll beträgt; wiewohl sich hierdurch der zu begehende Fehler verdoppelt, so bleibt er dennoch unbedeutend, wie die Folge lehren wird.

Bei stumpfen Winkeln sind die spitzen Erfüllungwinkel zu 180° zu messen, wobei, ohne gröbliche Vernachlässigung, höchstens $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll, mit der nöthigen Vorsicht aber nur $\frac{1}{8}$ Zoll gefehlet werden kann. Lehmann beurtheilte den zu begehenden Fehler nach seiner ihm eigenthümlichen Geschicklichkeit, und setzte deshalb denselben $\frac{1}{8}$ Zoll in der Länge der gemessenen Chorde.

Es ist nun mathematisch zu erweisen, daß dieser Fehler des zu messenden Winkels nicht einmal ganz zwei Minuten beträgt, sobald gehörige Vorsicht im Messen der Chorde, und bei dem Ausstecken der Stäbe Statt findet.

Der Halbmesser $ac = bc$ ist 10 Ellen = 20 Fuß = 240 Zoll; der Fehler beim Messen = $\frac{1}{8}$ Zoll. Die Chorden und der Sinus dieses kleinen Winkels, welchen wir durch α bezeichnen wollen, sind als gleich groß anzunehmen. Es verhält sich demnach: $240'' : \frac{1}{8} = 1 : S\alpha$

$$S\alpha = \frac{1}{1000} = 0{,}000528.$$

Der Sinus von 2′ ist aber 0,0005818, folglich beträgt der Fehler der Messung von $\frac{1}{8}$ Zoll der Chorde bei dem Halbmesser von 10 Ellen noch nicht 2 Minuten.

Wir wollen aber sogar zugeben, daß bei dieser Art, die Winkel zu messen, um einen ganzen Zoll gefehlt seyn möge, welcher Fehler bei einiger

Auf-

Aufmerksamkeit nicht eintreten kann, so beträgt die Unrichtigkeit dennoch nicht 15′, denn:

$$240'' : 1'' = 1 : S\alpha$$

$$S\alpha = \frac{1}{240} = 0{,}004166$$ und der Sinus von 15 Minuten ist 00043633. Auch macht die Verschiebung eines Objekts, welches vom Standpunkte 2000 Ellen entfernt ist, bei diesem Irrthum nicht mehr als 8 Ellen aus, es verhält sich nämlich:

$$1 : S\alpha = 2000 \text{ Ellen} : x \text{ Ellen},$$ das ist:

$$1 : 0{,}004166 = 2000 : x.$$

$$x = 2000 \times 0{,}004166 = 8 \text{ Ellen},$$

und wenn das Verhältniß des verjüngten Maßstabes selbst $\frac{1}{10000}$ des natürlichen wäre (man lese §. 2.), so wird die Unrichtigkeit von 8 Ellen im Plane nur $\frac{8}{10000}$ Elle $= \frac{192}{10000}$ Zoll $= 0{,}0192$ Zoll erreichen. Sollte man mit dieser Richtigkeit, ohne Anwendung künstlicher Instrumente, nicht zufrieden seyn können?

Wer einen Reflektor oder ein anderes künstliches Instrument bei sich führt, kann diese Arbeit — geschwinder beendigen, für diejenigen aber, die auf diese Weise ein geometrisches Netz zu legen genöthiget sind, ist nachstehende Chordentafel von 15 zu 15 Minuten für den Halbmesser = 10 Ellen berechnet worden, welche zur Verwandlung des Längenmaßes in Gradmaß dienet.

Daß ein Manual eben so wie bei jedem Winkelmesser gehalten werden muß, versteht sich von selbst.

Maß der Winkel.		Länge der Chorden.		Maß der Winkel.		Länge der Chorden.		Maß der Winkel		Länge der Chorden.		Maß der Winkel.		Länge der Chorden.	
Gr.	Min.	Ell.	Zolle.	Gr.	Min.	Ell.	Zolle.	Gr.	Min.	Ell.	Zolle.	Gr.	Min.	Ell.	Zolle.
				10	—	1	17,83	20	—	3	11,36	30	—	5	4,23
—	15	—	1,04		15	1	18,87		15	3	12,39		15	5	5,24
—	30	—	2,09		30	1	19,93		30	3	13,42		30	5	6,25
—	45	—	3,14		45	1	20,97		45	3	14,46		45	5	7,26
1	—	—	4,18	11	—	1	22,01	21	—	3	15,48	31	—	5	8,27
	15	—	5,23		15	1	23,05		15	3	16,51		15	5	9,28
	30	—	6,28		30	2	0,10		30	3	17,54		30	5	10,29
	45	—	7,33		45	2	1,14		45	3	18,57		45	5	11,30
2	—	—	8,36	12	—	2	2,18	22	—	3	19,60	32	—	5	12,30
	15	—	9,42		15	2	3,22		15	3	20,63		15	5	13,31
	30	—	10,47		30	2	4,26		30	3	21,65		30	5	14,32
	45	—	11,51		45	2	5,30		45	3	22,68		45	5	15,32
3	—	—	12,56	13	—	2	6,34	23	—	3	23,71	33	—	5	16,33
	15	—	13,61		15	2	7,38		15	4	0,73		15	5	17,33
	30	—	14,65		30	2	8,42		30	4	1,76		30	5	18,34
	45	—	15,70		45	2	9,47		45	4	2,79		45	5	19,34
4	—	—	16,75	14	—	2	10,50	24	—	4	3,81	34	—	5	20,34
	15	—	17,80		15	2	11,54		15	4	4,83		15	5	21,34
	30	—	18,84		30	2	12,58		30	4	5,85		30	5	22,34
	45	—	19,89		45	2	13,62		45	4	6,87		45	5	23,34
5	—	—	20,93	15	—	2	14,66	25	—	4	7,89	35	—	6	0,34
	15	—	21,98		15	2	15,70		15	4	8,91		15	6	1,34
	30	—	23,03		30	2	16,74		30	4	9,94		30	6	2,33
	45	1	0,07		45	2	17,78		45	4	10,96		45	6	3,33
6	—	1	1,12	16	—	2	18,81	26	—	4	11,98	36	—	6	4,33
	15	1	2,17		15	2	19,85		15	4	13,00		15	6	5,32
	30	1	3,21		30	2	20,89		30	4	14,01		30	6	6,32
	45	1	4,25		45	2	21,92		45	4	15,03		45	6	7,31
7	—	1	5,30	17	—	2	22,95	27	—	4	16,05	37	—	6	8,31
	15	1	6,34		15	2	23,99		15	4	17,07		15	6	9,30
	30	1	7,39		30	3	1,02		30	4	18,09		30	6	10,29
	45	1	8,44		45	3	2,07		45	4	19,11		45	6	11,28
8	—	1	9,48	18	—	3	3,10	28	—	4	20,12	38	—	6	12,27
	15	1	10,53		15	3	4,13		15	4	21,14		15	6	13,26
	30	1	11,57		30	3	5,17		30	4	22,15		30	6	14,25
	45	1	12,62		45	3	6,20		45	4	23,16		45	6	15,24
9	—	1	13,66	19	—	3	7,23	29	—	5	0,17	39	—	6	16,23
	15	1	14,70		15	3	8,27		15	5	1,19		15	6	17,22
	30	1	15,75		30	3	9,30		30	5	2,21		30	6	18,20
	45	1	16,79		45	3	10,33		45	5	3,22		45	6	19,19

Maß der Winkel.		Länge der Chorden.		Maß der Winkel.		Länge der Chorden.		Maß der Winkel.		Länge der Chorden.		Maß der Winkel.		Länge der Chorden.	
Gr.	Min.	Ell.	Zolle.	Gr.	Min.	Ell.	Zolle.	Gr.	Min.	Ell.	Zolle.	Gr.	Min.	Ell.	Zolle.
40	—	6	20,17	50	—	8	10,85	60	—	10	0,00	70	—	11	11,32
	15	6	21,15		15	8	11,80		15	10	0,90		15	11	12,15
	30	6	22,14		30	8	12,75		30	10	1,81		30	11	13,03
	45	6	23,12		45	8	13,70		45	10	2,71		45	11	13,88
41	—	7	0,10	51	—	8	14,64	61	—	10	3,62	71	—	11	14,74
	15	7	1,08		15	8	15,59		15	10	4,52		15	11	15,59
	30	7	2,06		30	8	16,53		30	10	5,42		30	11	16,43
	45	7	3,04		45	8	17,47		45	10	6,32		45	11	17,29
42	—	7	4,02	52	—	8	18,42	62	—	10	7,12	72	—	11	18,13
	15	7	5,00		15	8	19,36		15	10	8,71		15	11	18,96
	30	7	5,91		30	8	20,30		30	10	9,01		30	11	19,83
	45	7	6,94		45	8	21,24		45	10	9,90		45	11	20,64
43	—	7	7,91	53	—	8	22,18	63	—	10	10,80	73	—	11	21,51
	15	7	8,89		15	8	23,11		15	10	11,69		15	11	22,46
	30	7	0,86		30	9	0,04		30	10	12,58		30	11	23,19
	45	7	10,84		45	9	0,97		45	10	13,47		45	12	0,03
44	—	7	11,81	54	—	9	1,90	64	—	10	14,36	74	—	12	0,87
	15	7	12,78		15	9	2,83		15	10	15,25		15	12	1,70
	30	7	13,75		30	9	3,77		30	10	16,13		30	12	2,54
	45	7	14,72		45	9	4,70		45	10	17,02		45	12	3,28
45	—	7	15,68	55	—	9	5,64	65	—	10	17,90	75	—	12	4,20
	15	7	16,65		15	9	6,57		15	10	18,79		15	12	5,04
	30	7	17,62		30	9	7,49		30	10	19,66		30	12	5,86
	45	7	18,58		45	9	8,42		45	10	20,54		45	12	6,69
46	—	7	19,55	56	—	9	9,34	66	—	10	21,42	76	—	12	7,52
	15	7	20,52		15	9	10,27		15	10	22,30		15	12	8,34
	30	7	21,48		30	9	11,19		30	10	23,18		30	12	9,16
	45	7	22,44		45	9	12,11		45	11	0,05		45	12	9,98
47	—	7	23,40	57	—	9	13,04	67	—	11	0,93	77	—	12	10,80
	15	8	0,36		15	9	13,95		15	11	1,80		15	12	11,61
	30	8	1,32		30	9	14,87		30	11	2,67		30	12	12,44
	45	8	2,27		45	9	15,79		45	11	3,54		45	12	13,26
48	—	8	3,23	58	—	9	16,71	68	—	11	4,41	78	—	12	14,07
	15	8	4,19		15	9	17,62		15	11	5,28		15	12	14,89
	30	8	5,14		30	9	18,54		30	11	6,15		30	12	15,70
	45	8	6,09		45	9	19,45		45	11	7,01		45	12	16,50
49	—	8	7,05	59	—	9	20,36	69	—	11	7,87	79	—	12	17,32
	15	8	8,00		15	9	21,27		15	11	8,74		15	12	18,12
	30	8	8,95		30	9	22,18		30	11	9,60		30	12	18,93
	45	8	9,90		45	9	23,09		45	11	10,46		45	12	19,73

Maß der Win- kel.		Länge der Chor- den.		Maß der Win- kel.		Länge der Chor- den.		Maß der Win- kel.		Länge der Chor- den.		Maß der Win- kel.		Länge der Chor- den.	
Gr.	Min.	Ell.	Zolle.	Gr.	Min.	Ell.	Zolle.	Gr.	Min.	Ell.	Zolle.	Gr.	Min.	Ell.	Zolle.
80	—	12	20,23	83	—	13	6,06	86	—	13	15,36	89	—	14	0,49
	15	12	21,24		15	13	6,84		15	13	16,12		15	14	1,18
	30	12	22,14		30	13	7,61		30	13	16,88		30	14	1,93
	45	12	22,93		45	13	8,40		45	13	17,65		45	14	2,67
81	—	12	23,66	84	—	13	9,18	87	—	13	18,41	90	—	14	3,41
	15	13	0,53		15	13	9,95		15	13	19,17				
	30	13	1,32		30	13	10,73		30	13	19,93				
	45	13	2,11		45	13	11,51		45	13	20,68				
82	—	13	2,91	85	—	13	12,28	88	—	13	21,44				
	15	13	3,70		15	13	13,05		15	13	22,19				
	30	13	4,48		30	13	13,82		30	13	22,94				
	45	13	5,27		45	13	14,59		45	13	23,69				

Betrüge z. B. die Chorde des gemessenen Winkels 9 Ellen $18\frac{1}{2}$ Zoll, so ist nach vorstehender Tafel das Maß desselben $58^\circ\ 30'$.

Wäre hingegen bei einer, mit Vorsicht unternommenen Messung der Chorden, eine derselben 11 Ellen $17\frac{3}{8}$ Zoll = 11 Ellen 17,375 Zoll gefunden worden, und man wollte mit der Angabe von 15 zu 15 Minuten nicht zufrieden seyn, so fällt dieses Maß in der Tafel zwischen die Chorden von 11 Ellen 17,29 Zoll und 11 Ellen 18,13 Zoll, folglich ist der Unterschied beider 0,84 Zoll. Hingegen der Unterschied der gemessenen Chorde und der nächst kleinern in der Tafel = [11 Ellen 17,375 Zoll — 11 Ellen 17,29 Zoll] = 0,085. Man schließe nun:

$$0{,}84\ \text{Z.} : 0{,}085\ \text{Z.} = 15\ \text{Min.} : x\ \text{Min.}$$

$$x = \frac{0{,}085 \times 15}{0{,}84} = 15',$$ folglich das gesuchte Maß des Winkels $= 71^\circ\ 46\frac{1}{2}'$.

Sind auf vorbeschriebene Weise mehrere Hauptpunkte bestimmt, so läßt sich sogar mit Hülfe obiger

Stäbe und einer vorausgesetzten zweckmäßigen Auswahl der Richtobjekte, zu drei gegebenen Punkten des gefertigten Netzes, ein vierter beliebiger Punkt bestimmen. Es mögen z. B. die Objekte AB und C, Fig. 11. Tab. XXIV., mit dem Punkte d die Winkel AdC und CdB bilden. Man stecke die Stäbe, wie bereits gezeigt worden ist, in die Alignements dA, dC, und sodann in dC und dB, und messe die Chorden bc und ac, so zeigt die Tabelle das Gradmaß dieser Winkel.

Werden letztere auf Wachspapier mittels eines Chorden-Maßstabes oder geradlinigen Transporteurs verzeichnet, und das Papier auf den im Netze bereits eingetragenen Punkten A, B, C so lange verschoben, bis jede Linie den ihr zugehörigen, durch das Papier sichtbaren Punkt schneidet, so ist der zu bestimmende Punkt d mit einem Nadelstiche zu bemerken.

Durch diese einfache Vorrichtung können also so viel Hauptpunkte in dem zu entwerfenden Plan eingetragen werden, als zur Detailvermessung (ohne künstliche Instrumente) nothwendig sind.

Daß das Detail-Eintragen mit einer der Sache angemessenen Genauigkeit geschehen kann, sobald die sich darbietenden Vortheile gehörig benutzt werden, ist nunmehr zu zeigen. Hierzu dient vorzüglich die zweckmäßige Auswahl der Alignementspunkte, wovon allezeit, wenn beide Richtpunkte nach einer Seite hin liegen, der eine näher, der andere weiter, als der zu bestimmende Punkt, vom nächsten entfernt seyn muß, so wie die möglichst richtige Zeichnung der Winkel auf dem Boden des Terrains, mittels eines Stockes, oder wenn dieses nicht Statt finden sollte, die Bezeichnung der Schenkel dieser Winkel durch Anfügung von Stäben zu bezeichnen, und so-

dann, mit Hülfe eines geübten, richtigen Augenmaßes, auf der Blanchette an die Alignementslinie mit Genauigkeit zu ziehen sind.

Man versuche dieses Eintragen der Winkel und die Benutzung der Alignements erst selbst, ehe man zu geschwind darüber abspricht, und Jeder wird sich von der Anwendbarkeit dieser vortrefflichen Methode überzeugen; und welche Vortheile gewährt dieses Verfahren bei jeder Art des Vermessens, sobald das Detail in das Hauptnetz eingetragen werden soll! Fällt auch der bestimmte Punkt um einige Schritte rechts oder links, so theilt sich der dadurch begangene Fehler keinem andern Punkte mit, wenn man ihn nicht (wie der Hr. Major Decker, Seite 168., annimmt) zu einem neuen Alignementspunkte benutzt, wiewohl auf kurze Distanzen kein erheblicher Fehler daraus erwachsen könnte; auch ist solches gänzlich zu vermeiden, wie weiter unten gezeigt werden soll.

Um auch hier die Möglichkeit zu zeigen, wie das Detail für diese Art der Vermessung mit hinreichender Genauigkeit, ohne alle künstliche Instrumente, einzuzeichnen ist, möge Fig. 8. die zu vermessende Gegend vorstellen, und ABCDEFG HI einige Hauptrichtpunkte bezeichnen.

Nachdem eine Standlinie gewählt, in ein Haupt-Alignement gebracht und nach Schritten ausgemessen worden ist (welches letztere Maß der Bedingung solcher Aufnahme am vorzüglichsten entspricht), bestimme man die Lage der Hauptrichtpunkte mittels der bewußten Stäbe oder des von Lehmann vorgeschlagenen, auf einem Stock befestigten Bretchens, und fertige mit Hülfe der Tabelle ein verjüngtes Netz. Nach dem geführten Beweise kann die größte Unrichtigkeit jedes Hauptpunktes, bei An-

wendung der Stäbe, nicht mehr als 8 Schritte, und nach dem verjüngten Maßstabe nur 0,0192 eines natürlichen Zolls betragen. Größere Fehler sind der Unachtsamkeit und begangenen Vernachlässigungen zuzuschreiben.

Auf diese Weise möge nun das ähnliche Bild der Hauptpunkte a b c d e f, Fig. 9., entstanden seyn.

Soll das Detail eingetragen werden, so geht der Vermesser mit einem Gehülfen auf das zu vermessende Terrain, beide richten sich z. B. in das Alignement AI nach der, jedem Geometer bekannten Weise ein. Jener wählt den Punkt k, weil er der Meierei B am nächsten liegt, und ziehet, während der Gehülfe z. B. in x verweilt, die Linien kβ und kα mit einem Stocke auf den Boden, so daß kβ ihre Lage in dem Alignement AI und kα in der Richtung Hk hat, wodurch der $\angle$ HKI bildlich dargestellt wird, welchen der Vermesser treu nach dem Augenmaße auf der Blanchette, Fig. 9., in k dergestalt kopirt, daß der Schenkel kα nach h seine Richtung hat. Er verbindet nämlich die Punkte a und i durch eine gerade Linie, und zieht aus h die Linie hk rückwärts, daß der $\angle$ hki dem in Figur 8. auf dem Boden gezeichneten $\angle\,\alpha K\beta$ gleich ist. (Erlaubt es der Boden nicht, Linien auf selbigem zu ziehen, so werden zwei zu diesem Zwecke abgeschnittene gerade Stäbe in diese Richtungen gelegt, welche dieselben Dienste thun.) Durch gedachtes, mit Vorsicht ausgeführtes Verfahren hat man nun den verhältnißmäßig liegenden Punkt K, Fig. 9., auf der Blanchette.

Um auch hier die Grenzen der Richtigkeit anzugeben, nehmen wir an, daß durch Zurückziehung und Nachbildung des Winkels im Durchschnitte 1° gefehlt seyn möge, welcher Fehler, bei einem geüb-

ten Auge und einer festen Hand, nicht so leicht eintreten kann, weil ein Winkel viel richtiger nachzuzeichnen, als mittels des Augenmaßes nach Graden zu schätzen ist, besonders vortheilhaft geschiehet ersteres durch Theilung eines rechten Winkels in die Hälfte, in Viertel, Achtel und Sechszehntheile 2c., um dadurch den von diesen Theilunglinien abweichenden Schenkel in engere Grenzen einzuschließen und nähere Vergleichungen anstellen zu können.

Der Sinus, welcher bei einem Winkel von 1° der Chorde gleich gesetzt werden kann, beträgt 0,01745 des Halbmessers. Ist daher das Objekt, nach dessen Richtung die Linie zurückgezogen wird, 100 Schritte entfernt, und bei Kopierung des Winkels Ein Grad gefehlt worden, so ist der begangene Fehler durch folgenden Schluß zu finden:

$$1 : S\,1^\circ = 100 : \text{Schritt} : x\ \text{Schritt}$$

$$1 : 0{,}01745 = 100 : x$$

$$x = 0{,}01745 \times 100 = 1{,}7\ \text{Schritt}$$

und bei einem 1000 Schritt entfernten Richtobjekte 17 Schritte.

Ein verjüngter Maßstab von $\frac{1}{30000}$ des natürlichen, gibt aber 17 Schritt, jeden zu $1\frac{1}{4}$ Elle gerechnet, nur zu 0,017 eines natürlichen Zolles an, um so viel könnte demnach der gefundene Punkt im Plane bei dem beträchtlichsten Fehler abweichen, denn:

$$\frac{17 \times 1\frac{1}{4} \times 24}{3000} = 0{,}017\ \text{Zoll}$$

Diese beiden Beispiele zeigen zugleich, daß die zunehmende Richtigkeit mit der Entfernung der Objekte, nach welchen die Schenkel der Winkel gezogen worden, in umgekehrtem Verhältnisse stehet.

Aus dem Punkte k des verjüngten Netzes, Fig. 9., werden nun die Fig. 8. auf dem Boden nach den

Ecken der Meierei markirten Winkel 1 Kβ, 2 Kβ &c. auf der Blanchette, Fig. 9., nach dem Augenmaße eingetragen, und entweder die Entfernungen K 1, K 2, Fig. 8., geschätzt oder abgeschritten. Diese Operation kann in demselben Alignement mehrere Male, vielleicht in Punkten, wo etwas einzuzeichnen ist, wiederholt werden; da nun jeder auf diese Weise eingetragene Punkt von den bereits gefundenen unabhängig ist und sich lediglich auf die Hauptpunkte bezieht, und da die Unrichtigkeit jedes Punktes auch nur bei einem gewöhnlichen Augenmaße in den Grenzen von höchstens 17 Schritten bleibt (welcher Fehler durch fortgesetzte Uebung des Augenmaßes sich noch vermindert), so ist leicht einzusehen, daß für einen militairischen Maßstab, mittels dieser einfachen Methode, ein treues Bild der Gegend entworfen werden kann. Es würde überflüssig seyn, dasselbe Verfahren für die Bestimmung der Punkte L und M in den Alignements AH und BE zu wiederholen. Die Figuren 8. und 9. werden für Jeden deutlich seyn, dem es um Wahrheit zu thun ist, und der diese Vermessungweise vorurtheilfrei prüfen und sie auf einem Terrain selbst unternehmen will.

Waldige Gegenden, oder solche, die wenig Umsicht verstatten, erschweren freilich dergleichen Vermessungen; jedoch fehlt es auch da nicht an Hülfsmitteln, die der denkende Vermesser benutzt und damit ein sehr ähnliches Bild zu liefern im Stande ist.

Um auch hiervon eine Ansicht zu geben, möge der Gegenstand D eine solche Lage haben, daß man durch kein Alignement von zwei Hauptpunkten dahin gelangen kann. Es möge z. B. der Punkt F durch die vorliegende Anhöhe, und E durch das zwischen D und E befindliche Wäldchen gedeckt seyn.

Ein Umblick in dem Punkte M zeige jedoch, daß eine ausgezeichnete Wiesen- oder Feld-Ecke P mit einer weit entfernten (nicht in dem Netze befindlichen) Felsenspitze Q im Alignement sey.

Man ziehe deshalb, nachdem man M auf vorige Art bestimmt hat, die Linie γM, Fig. 8., in der Richtung dieses Alignements auf den Boden, und trage den, mit der bereits markirten Linie mδ gebildeten Winkel γMδ auf die Blanchette, Fig. 9.; schreite nun im Alignement PQ bis N, Fig. 8.; trage die Anzahl der Schritte gehörig in das verjüngte Netz, oder zeichne, wie bereits beschrieben worden ist, in den Alignements NP und NG einen Winkel auf den Boden, wovon der eine Schenkel Nα die Richtung nach G hat, und der andere Nβ im Alignement PQ liegt, und trage ihn, um in Fig. 9. den Punkt n zu bestimmen, in das Netz der Blanchette. Beides vereint kontrollirt das Verfahren. Eben so dürfen wir von N nach G hin auf dieselbe Weise fortgehn, jedoch diese Abstecher nicht zu weit treiben, weil sie außerdem die etwa begangenen kleinen Fehler summiren könnten. Auch dient, ohne dieses, das nächste Haupt-Alignement KD, BD oder HD auf's Neue, den zu nehmenden Stand mit weit größerer Schärfe, mittels dieser Alignements, zu bestimmen.

Diese Abwege von den Haupt-Alignements sind vorzüglich bei Dörfern und Wäldern anzuwenden, jedoch müssen selbige, wie bereits erwähnt worden ist, nicht zu weit verfolgt und lieber von einer andern Seite in das Dorf oder den Wald eingegangen werden. Zugleich verschafft diese verschiedene Hinarbeitung nach einem gemeinschaftlichen Punkte dessen Berichtigung, und so hofft man denn, Leh-

manns Vermessungweise nach dem Augenmaße gehörig in's Licht gestellt zu haben. F.

Aus dem Beschriebenen ist nunmehr klar, daß der freie Soldat, der mathematischen Unterricht genossen hat und dem es mit seinem Dienste Ernst, der ehrliebend genug ist, seine Beförderung zu höheren Wirkungskreisen nicht bloß vom glücklichen Zufall, von Familienverbindungen, Geld oder der Altersfolge zu erwarten, durchaus keine Entschuldigung findet, wenn er nicht überall um sein Stand- und Marschquartier, zur Beförderung seiner Landes- und allgemeinen Terrainkunde, die Gegend aufnimmt, es sey denn, daß anderweite Dienstgeschäfte ihm durchaus keine Zeit dazu lassen; Geldaufwand gibt keine Entschuldigung, denn es ist dazu weit weniger erforderlich, als zu jedem andern zeittödtenden Mittel; Strapaze, Arbeit, Ungemächlichkeit der Witterung, die beim Aufnehmen empfunden werden, sind Dinge, die der wahre Soldat während des Friedens aufsucht, um seinen Muth und seine Geduld daran zu stählen, auch um seinen Körper für den Krieg dauerhaft zu machen, denn das alles macht einen Theil der Ehre des Soldaten aus. Auf Märschen zeichnet er seine Wege und die umliegende Gegend; wenn er für sich reiset, geht er deswegen meistens zu Fuß, um jeden Berg oder Hügel in der Nähe des Weges zu besteigen, um von dort die Landschaft in Bezug auf Kriegsunternehmungen zu betrachten, auch seine Charte, ohne die er nun einmal nicht reiset, mit der Gegend zu vergleichen und sie, wo sie fehlerhaft ist, zu verbessern. Jeden Einwohner der Gegend, der ihm Rede stehen will, sucht er auf eine Art auszufragen, die den guten Willen des Befragten erweckt und seinen Verstand aufschließt, damit derselbe auf jede Frage über die verschiedenen Zweige der Landeskenntniß die richtigsten und deutlichsten Antworten zu geben im Stande sey. Durch diese anzustellenden

Besichtigungen auf Fußreisen lernt der Soldat nicht bloß die Gegend, die eben vor ihm liegt, kennen, sondern er lernt jede Gegend im Allgemeinen mit einem Blick schnell auffassen. Durch das Ausfragen aber lernt er die schwere Kunst des Fragens und Antwortens so, daß er in den wenigsten Worten den nothwendigsten und meisten Inhalt bekommt, daß dieser Inhalt zusammenhängt und ein Ganzes macht, dessen Richtigkeit durch eingeschobene Fragen erprüft ist. Er lernt die Fragen so stellen, daß der Befragte aus der Reihe derselben und aus den Geberden des Fragenden durchaus die wahre Absicht desselben nicht errathen könne, sondern eine ganz andere, die man wünscht, errathen müsse; bei alledem aber wird er doch die Grundsätze der soldatischen Ehrlichkeit befolgen, das heißt, er wird nicht lügen, nichts weiß machen, nicht drohen, nicht prahlen, nicht bestechen.

Die ersten Versuche im Ausfragen und Verstehen macht der Soldat am beßten in der Wachstube, wo er aus den Nachrichten der Kameraden über die Gegend ihrer Heimath eine Charte entwirft.

§. 38.

Das Chartenzeichnen nach Nachrichten.

Will man die Charte von einer Gegend oder Landstrecke nach den bloßen Nachrichten der Einwohner entwerfen, so lasse man sich vorerst die Hauptwohnorte der Gegend nennen und ihre Entfernungen von einander angeben. Diese trage man, nach einem verjüngten Maßstabe, auf das Papier und prüfe jede Entfernung durch doppelte und dreifache Angaben einzeln befragter Personen. Dadurch bekommt man das große Netz der Landschaft. Nachher trage man eben so die kleinern Wohnorte bis auf einzeln liegende Vorwerke, Mühlen, Hüttenwerke rc. auf eben die Art ein. Nun lasse man sich die Wege beschreiben, welche den Einwohnern bekannt sind, und stelle jeden dabei in den Fall,

als ginge er wirklich auf dem Wege fort; vorerst sind die Wohnorte anzugeben, durch welche der Weg hindurch oder neben welchen er hinweg gehet, und nun frage man, ob es außer diesen nicht, im Ganzen oder auf gewisse Strecken, nähere Wege gäbe und warum nicht; was auf jeder Strecke für Boden ist, ob er steigt oder fällt, welche Gegenstände rechts und links liegen, über welche Gewässer man kommt, nach welcher Seite und nach welchem Orte diese hinfließen, alle Wege, die einfallen, abgehen und durchlaufen, nebst den Eigenschaften derselben ꝛc. Diese Angaben werden bildlich aufgetragen und durch Prüfungfragen, die sich aus dem Anblicke des Bildes sehr leicht formiren lassen, berichtigt. Die Ordnung oder Folgenreihe der Gegenstände, wie man den Landmann danach fragt, richtet sich nach dessen Geschäft und Gewerbe. Die Wohnorte sind bei allen das erste, denn sie bilden das Netz von Hauptpunkten; nach diesem aber fragt man jeden nach solchen Gegenständen, die ihn zunächst angehen, als die Müller und Fischer nach den Gewässern und Brücken, die Fleischer nach den kleinen Fahr- und Fußwegen, die Fuhrleute nach den Straßen, die Holzhauer nach den Wäldern und Waldwegen ꝛc.

Die endliche Berichtigung des aufgetragenen Bildes aber geschieht durch Abfragen vor den Ohren aller. Hier hört man denn, ob jemandes Antworten den vorherigen Angaben widersprechen, und beurtheilt nach dem Zusammenhange des Ganzen, welche Angabe wohl die wahrscheinlich richtige seyn könne.

Auf diese Art kann der freie Soldat in jedem Dorfe, wo er einkehrt, oder wo er Quartier nimmt, auch auf jeder Wache, eine Charte von der Landschaft, in welcher die Leute, die er bei sich hat und befragen kann, wohnen oder gewohnt haben, entwerfen. Der Offizier und Unteroffizier wird durch diese Beschäftigung auf den Wachen nicht nur seine Langeweile vertreiben, sondern auch seinem Dienste nützlich seyn, indem er sich dadurch im Zeichnen übt, Kennt-

niß des Landes erwirbt, Klugheit im Fragen und Antworten angewöhnt, auch Ansehen und Zutrauen bei seinen Untergebenen verschafft; die Untergebenen aber werden dadurch gereizt, sich durch kluge Antworten auszuzeichnen und sich deutliche Vorstellungen von dem Boden zu machen, den sie gesehen haben, um künftighin auf alles, was sie sehen, besser Acht geben zu lernen.

§. 39.
Orientirung nach den Charten.

Wenn der Soldat auf Reisen seine Landcharte, sey es auch nur die Generalcharte des Landes, mit der Gegend vergleichen und das Land kennen lernen will, so betrachtet er vor allen Dingen die Entfernungen der Gegenstände, die $\frac{1}{4}$ Stunde, $\frac{1}{2}$ Stunde, $\frac{3}{4}$ Stunde, 1 Stunde, 1 Meile, 2 Meilen, 3 Meilen auf seinem Wege von ihm entfernt sind, und vergleicht sie mit dem Meilen-Maßstabe der Charte, damit sich sein Auge und sein Verstand an die Verhältnisse der Maße und Entfernungen gewöhne. Kommt er nun auf einen Ort, wo es eine große Umsicht gibt, so sucht er auf der Charte vorerst den Punkt, der diesen Standort vorstellt. Er faßt den entferntesten bekannten Ort des Landes, z. B. eine Stadt, durch die er gekommen ist, in's Auge, ziehet von derselben eine Linie in Gedanken nach dem nächsten Wohnorte, durch welchen sein Weg ging oder noch gehet, und setzt auf diese Linie die Entfernung seines Standortes vom nächsten angegebenen Wohnorte. Wäre aber sein Standort entfernt von einer Straße, etwa auf einem Berge, und könnte er drei auf der Charte bezeichnete Hauptwohnorte oder hohe Berge sehen, so ziehe er von diesen die Visirlinien auf dem Boden, und sehe, welche Winkel sie bilden, ziehe alsdann ebenfalls Linien auf der Charte, von diesem Orte nach seinem Standorte zu, die sich unter dem nämlichen Winkel durchschneiden: so hat er ebenfalls diesen Standort bestimmt, und zwar je genauer, je schickli-

cher die Richtobjekte liegen. Ueberhaupt findet auch hier noch jene Lehre vom Aufnehmen mit dem Meßtische ihre Anwendung. Nachdem der Standpunkt bestimmt ist, ziehet er die Linie vom entferntesten Richtobjekte, und noch eine rechtwinklig mit dieser, durch den Standpunkt, zeichnet dieses Kreuz auf den Boden und orientirt die Charte nach diesen Linien, die er, so wie ihre Verlängerungen bei den vier Richtungen, gerade vor sich nehmen kann; dabei ergibt sich dann, wo alle rings umher sichtbar liegende Städte und Dörfer auf der Charte, und alle Orte der Charte auf dem Boden zu liegen kommen. Bei dieser Orientirung nach einer Charte, in welcher alle Dörfer angezeigt sind, sähe man z. B. auf dem Lande einen Kirchthurm bei 2 Meilen weit und wollte den Namen des Orts wissen: so ziehe man die Gesichtlinie nach demselben auf dem Boden und betrachte die Größe des Winkels, den diese Linie mit einer der vier Orientirunglinien macht, zeichne diesen Winkel an dem Standpunkt und der gleichnamigen Linie auf der Charte, so wird die Verlängerung dieser Linie, in der Entfernung von 2 Meilen, den Namen des Orts verrathen. So ist auch durch das umgekehrte Verfahren jeder auf der Charte gezeichnete Ort leicht auf dem Landboden zu finden, oder wenigstens die Richtung und die Gegend genau anzugeben, in welcher er liegen muß. Nachdem die Orte aufgesucht und berichtigt sind, betrachtet man den Lauf der Gewässer und der Thäler, die Lage der Berge, der Rücken und Schluchten, wo Wald steht und wo der Boden kahl ist. Alles dieses verräth nun, mit Zuziehung der Charte, die Größe, Gestalt, Lage und Beschaffenheit der Hauptwege, Brücken und Fuhrten in der Landschaft, und endlich folgt die Betrachtung der Dörfer, Vorwerke, Mühlen, Hütten rc., der Gehölze, Wiesen und Felder im Zusammenhange, die einzelnen Wege und ihre Fahrbarkeit. Nun hat der Soldat Data genug, um in Gedanken alle Arten von Kriegshandlungen auf diesem Boden zu entwer-

fen, und diese Beschäftigung bildet sein Auge und den Verstand in Kurzem so aus, daß er im wirklichen Kriege, auch in feindlichen, nie gesehenen Ländern, wo er selbst die Sprache der Einwohner nicht versteht und niemanden fragen kann, auf einen Blick in der Gegend zu Hause ist, alle Vortheile derselben, ohne danach zu fragen, auffindet und die zweckmäßigsten Entwürfe für seine Kriegsverrichtungen danach machen kann.

Der Offizier, der sich dem strategischen Theile des Kriegwesens widmet, muß endlich die beßte Charte des Landes kennen, in welchem unterrichtende Kriege geführt worden sind, geführt werden und werden sollen, besonders wo er selbst mit handeln will. Eine der nothwendigsten Kenntnisse ist ihm daher die Prüfung der geographischen und topographischen Charten; da aber hiervon bereits am Schlusse des ersten Theils dieses Werks gehandelt worden ist, so verweise ich meine Leser dahin.

Zum Schlusse dieses Werks hoffen wir einen eben so interessanten als belehrenden Beitrag zu liefern, wenn wir die Beantwortung des im Jahre 1810 an den Major Lehmann ergangenen Auftrags: wegen Entwerfung einer Charte von Sachsen, unter gewissen vorgeschriebenen Bedingungen, hier anführen. In derselben heißt es:

Ich soll meine Gedanken als Beantwortung der Frage aufsetzen:

> Wie ist in der kürzesten Zeit und bei dem geringsten Aufwande eine Charte vom Königreich Sachsen aufzunehmen und zu zeichnen, welche alle Forderungen des Militair- und Civilbeamten, im Betreff der Landesvertheidigung und Verwaltung, am beßten befriediget?

Hier, wie bei allen solchen Angelegenheiten, kommt es darauf an, zu zeigen,

a) Was wollen oder wünschen wir eigentlich?

b)

b) Was haben wir bereits und was fehlt uns noch?

c) Wie verschaffen wir uns das Fehlende auf die leichteste Art?

d) Wie gebrauchen wir es zu unserm wahren Beßten?

a.

Der Zeit- und Kostenaufwand bei einer Chartenaufnahme richtet sich hauptsächlich nach dem Maßstabe, in welchem der Boden abgebildet werden soll; die Größe dieses Maßstabes aber ergibt sich aus den unendlich verschiedenen Forderungen an die Charte, die, wenn sie alle befriedigt werden sollten, den Maßstab bis zur Größe des Bodens ausdehnen würden, denn alles, was der Boden zeigt, und alles, was der Kleinigkeitsinn, der das Wichtige nicht vom Minderwichtigen unterscheiden kann, auf der Charte sucht, läßt sich niemals mit derselben Deutlichkeit in einem verkleinerten Raume bildlich darstellen. So wird z. B. seit 30 Jahren vom Königl. Sächs. Ingenieurkorps eine Charte von Sachsen in so großem Maßstabe aufgenommen, daß die Mappe vom ganzen Lande 50 Ellen lang und 30 Ellen breit wird (der Maßstab ist $\frac{1}{12000}$ des Bodens), gleichwohl habe ich neulich einen höhern Verwaltungbeamten urtheilen hören, daß der Maßstab derselben viel zu klein sey, um darauf die Staatswaldungen und Domainengrundstücke, auch die Ritterschaft-, Kirchen- und Gemeindewaldungen in ihrer Umgrenzung so anzulegen, daß sich mit Hülfe der Charte ein festes System für die Versorgung des Landes mit Waldprodukten, so wie für viele andere heilsame Anordnungen in Absicht der Manufakturen, des Handels, der Bauwerke an Straßen, Kanälen und Flüssen ꝛc., begründen ließe. Auf der andern Seite wird für den Gebrauch in den gewöhnlichsten Fällen eine solche Charte, die alles Merkwürdige zeigt, viel zu voluminös für denjenigen Kriegs-

oder Civilbeamten, der große Landstrecken zu übersehen nöthig hat.

Nach meiner Meinung sind für unsern Vertheidigungs- und Verwaltungsdienst dreierlei Arten Charten zu wünschen.

1) Eine große topographische oder Situation-Charte, in dem Maßstabe von $\frac{1}{10000}$ oder 31,536 Zoll für die ganze Meile. Diese Charte zeigt die Größe, Gestalt und Beschaffenheit aller bleibenden Gegenstände, sie zeigt, ob der Boden felsig, erdig, sandig oder morastig ist; zu Wald, Wiese, Huth oder Fruchtbau benutzt wird; sie zeigt die Höhe oder Ferne der Berge, den Fall der Bäche und Flüsse, mit Angabe ihrer großen und kleinen Wassermenge; die Holzarten in den Wäldern, die Natur der Bauwerke, Straßen, Brücken, Kanäle, Schleußen, Floßgräben ꝛc., mit besonderer Auszeichnung derer, die dem Staate gehören; Festungwerke und anderer Militairgebäude; sie zeigt die Umgrenzungen der Staats-, Ritterschaft- und Kirchengrundstücke, die Gemeinheit- und Gerichtsgrenzen ꝛc.

2) Eine reduzirte topographische oder Spezial-Charte, im Maßstabe von $\frac{1}{100000}$ oder ungefähr 3,15 Zoll auf die ganze Meile, die noch alle Bergpartheieen, alle Gewässer, Gebüsche, Wege, einzelne Höhen und Bauwerke an ihrer Stelle und in ihrer wahren Gestalt zeigt. Das ist eigentlich die, welche der Militair für das Detail der Kriegsoperationen braucht, und wovon die Kassinische in Frankreich und die Schröttersche von Preußen ein ungefähres Beispiel geben.

3) Eine Uebersicht- oder General-Charte, in dem Maßstabe von $\frac{1}{400000}$ oder 0,8 Zoll auf die geographische Meile, die noch die Hauptberge und Rücken, alle fließenden Gewässer, Wälder, alle Straßen und alle Dörfer, jedoch nur die merkwürdigsten benamt, zeigt, auch das Land der benachbarten Staaten so

weit darstellt, als bei der großen Anordnung des Handels und der Kriegsoperation des Staats in Rechnung kommt.

Das ist die Charte, welche ich neulich, auf Anregung des geheimen Finanzkollegii, vorgeschlagen hatte, und von welcher ich glaube, daß sie ein wichtiges Bedürfniß für unsere Staats- und Kriegsbeamten sey. Die Bearbeitung dieser Charte erforderte von der Königl. Kasse gar keinen Aufwand, sondern einen bloßen Vorschuß, und man könnte sie jedem Verwaltungsbeamten und Offizier für einen mäßigen Preis ablassen.

b.

Nach dem, was man mir erzählt hat, wird seit dem Jahre 1779 vom Königl. Sächs. Ingenieurkorps an einer Charte von Sachsen und der Lausitz gearbeitet; die Charte soll den Boden in $\frac{1}{12000}$, das ist 1000 Ellen des Bodens auf 2 Zoll im Bilde darstellen, und bloß die natürliche Gestalt und Größe der Gegenstände zeigen, ohne andere Abgrenzungen als die des Landes, ohne Angabe der Ortshöhen, des Falles der Gewässer, der Natur der Gehölze ꝛc.

Der bergige Theil Sachsens soll bereits in dieser Art aufgenommen, und nur noch der Wittenberger Kreis, die Niederlausitz, der untere Theil der Oberlausitz und ein kleiner Theil des Meißnischen Kreises, in allen an 300 Quadratmeilen aufzunehmen seyn, welche Arbeit bei dem bisher angenommenen Gange in vielleicht 20 Jahren beendigt seyn wird.

Ueber die große Charte soll eine Register-Charte gehalten werden, in dem Maßstabe von $\frac{1}{96000}$ oder 12000 Ellen auf 3 Zoll im Bilde, welche aber das Detail des Landes nicht in dem Maße enthält, als oben unter a. Nr. 2. gefordert wurde.

Das trigonometrische Gerippe dieser Charte soll mit aller erdenklichen Vorsicht und Kunst aufgenommen und aufgetragen werden. Der Kostenaufwand für die ganze Charte wird auf 350,000 Thaler berechnet.

Die Arbeit ist übrigens ein Kabinets- und Ingenieurgeheimniß. — —

An einer brauchbaren Uebersicht-Charte fehlt es uns gänzlich. Die Charten, welche das Publikum über Sachsen besitzt, sind allesammt sehr unvollkommen, besonders ist die ebene Gegend vom Wittenberger Kreise und der Lausitz sehr mangelhaft, dem Geographen und jedem Sachsen, der nicht die Gegend aus eigenem Anschauen kennt, unbekannter, als irgend ein Land in der Mitte von Europa.

Was fehlt uns also noch? Ich glaube vor allem eine richtige Ansicht vom Wesen der Charten und von ihrem Nutzen; darüber wäre zwar viel zu sagen, aber hier ist nicht der Ort dazu. Aus der richtigen Schätzung der Charte würde die Bearbeitung derselben und die Art, sie zu gebrauchen, folgen.

Es leuchtet ein, daß das Kabinet seine Charte erst in 20 Jahren beendigt erhält, und daß unsere Offiziere daher ferner, ohne ihre Schuld, den Vorwurf werden hören müssen, welchen ihnen Friedrich II. im Jahre 1756 und andere Ausländer in der neuesten Zeit machten: daß sie das Land, selbst in der Nähe ihrer Hauptstadt, nicht kennen und keine Charte davon haben.

Die Register-Charte oder ein Extrakt der großen Charte, in dem Maßstabe, den die Forderung an a. Nr. 2. befriedigen könnte, ist vor der Beendigung der letztern nicht möglich.

Die Uebersicht-Charte, wenn sie ein genauer Auszug der vorigen seyn soll, ist in noch späterer Zeit zu hoffen.

Bis dahin werden sächsische Verwaltungsbeamte und Offiziere sich mit den schlechten Charten der Buchhändler

und solcher, die uns sonst von Ausländern zukommen, begnügen müssen.

Bei dieser demüthigenden und drückenden Lage könnte, wenn wir sie fühlten, folgendes Auskunftmittel nützen:

c.

Da nicht nur jeder Beamte, sondern fast jeder Unterthan, vor allen andern eine Uebersicht-Charte, wie sie in meinem Vortrage a. beschrieben ist, braucht, so sollte man zuerst an die Bearbeitung einer solchen denken, und damit nicht auf die Vollendung der topographischen Aufnahme warten. Man sollte alle Materialien, welche die Regierungsbehörden über die Topographie von Sachsen besitzen, sammeln, andere prüfen, dann von den Kreisregierungen, der Ritterschaft, den Städten und Gemeinden des noch nicht vermessenen Landes Anzeige von den Mitteln verlangen, die in ihren Händen sind, und die dem Ingenieur bei Auftragung der Uebersicht-Charte nützlich seyn können; daraus würde sich ergeben, ob und welche Arbeiten auf dem Terrain noch nöthig sind. Höchstwahrscheinlich würde es nach den vortrefflichen Materialien, die bei dem geheimen Finanzkollegio liegen, und denen, welche für die Plankammer bestimmt sind, auch sich sonst an dem nachgewiesenen Orte finden möchten, nur einer höchstens 2 Monate dauernden Reise eines Ingenieurs bedürfen, um die Dreieckverbindung, die der großen Charte des Ingenieurkorps zum Grunde liegt, mit hinreichender Genauigkeit über die noch unvermessenen Gegenden auszudehnen, und dadurch alle Materialien in Verbindung mit der Charte von den benachbarten preußischen Provinzen zu bringen.

Der unvermessene Theil Sachsens ist übrigens ein gar kleiner Theil für die Uebersicht-Charte, die sich weit über die benachbarten Staaten erstreckt, von denen überall sehr gute Materialien vorhanden sind, und kaum würde die spezielle

Vermessung jenes Theils sichtbaren Einfluß auf die Zeichnung desselben in so kleinem Maßstabe haben, daß also mit der Zeit kein Umstich der Charte nöthig werden dürfte. Diese Charte wäre am beßten auf der Königl. Plankammer zu fertigen, wo alle Materialien sogleich zur Hand liegen, wenn dies Institut nach dem höchsten Rescripte vom 12ten März 1806 zu Stande kommen sollte. Die Arbeit könnte binnen Jahr und Tagen vollendet seyn, wenn nicht die Zusammenbringung der Materialien mehr Zeit wegnimmt, als bei einem guten Willen der Behörden vorausgesetzt werden muß; sie würde der Königl. Kasse nicht über 300 Thaler — — Ausgaben für Instrumente und Reisekosten verursachen, welche der Buchhändler, dem man die Publikation derselben erlaubte, ersetzt.

Wollte man indeß aus andern Gründen vorerst die Charte Nr. 2., und zwar in Jahresfrist fertigen lassen, so ist das unter unsern Umständen, wie ich sie erkenne, zwar äußerst schwer, aber keinesweges unmöglich; es fordert nur einen Aufwand, den die Regierung scheut — sie fordert ferner reifliche Ueberlegung und Vorbereitungen, die bei dem herkömmlichen Geschäftsgange kaum zu rechter Zeit beendigt seyn möchten.

Eifer und guter Wille wird die Sache leicht machen. Man wähle einen Direktor dieser Zwischenaufnahme, der bei hinreichenden Kenntnissen das volle Vertrauen und das Wohlwollen der obern Staatsbehörden besitzt, und den seine Anstellung und sein Rang vor den Augen des Hofes und des Volks zu einem solchen Geschäfte berechtigen. Diesem trage man auf, seinen Bericht zu erstatten über den Gang der Arbeit, durch welche in der gegebenen Zeit, mit dem möglich kleinsten Aufwande von Geld und andern Hülfsmitteln, die Charte zu vollenden sey.

Damit ist indeß die mir aufgegebene Frage nicht beantwortet, und ich muß, um solches zu thun, mich selbst

in die Stelle des Direktors setzen, ob ich mich gleich hierzu nicht berufen fühle.

Nach meiner Meinung soll der Direktor darauf antragen, ihm sogleich die Erlaubniß zu geben, alle vorhandene Materialien, besonders die trigonometrische und topographische Vermessung des Königl. Ingenieurkorps kennen zu lernen, daraus würde er ersehen, was noch von den sächsischen Landen aufzunehmen ist. Er würde zu erfahren suchen, in wie weit man Hoffnung habe, von den benachbarten Regierungen mit trigonometrischen und topographischen Aufnahmen unterstützt zu werden, und bestimmen lassen, welche fremde Landstriche mit in die Aufnahme zu ziehen wären (wie das vielleicht mit dem Haupttheile des Fürstenthums Anhalt und mit den von sächsischem Gebiete umschlossenen Königl. Preußischen Ortschaften der Fall seyn möchte *). Wahrscheinlich ist die trigonometrische Aufnahme des Ingenieurkorps schon weiter vorgerückt, als die topographische, und der Direktion dieser Vermessung ist es vielleicht möglich, das große Dreiecksystem in einem Sommer zu vollenden. Wäre das nicht, und möchte sich diese Direktion mit der Haupttriangulirung der Zwischenaufnahme und mit der Projektion des Chartennetzes nicht befassen, so wären vorerst dem Direktor die nöthigen Instrumente zu liefern, welche, da diese Messung jene Triangulirung für die große Charte nicht entbehrlich machen soll, nur darauf berechnet seyn müßte, daß in der Aufnahme keine Fehler entstehen, welche die bezweckte Richtigkeit dieser Spezial-Charte stören und dereinst, gegen die vollendete Register-Charte gehalten, in's Auge fallen. Die Instrumente dürften vielleicht, wenn man nicht einen kostbaren Winkelmesser (Bordaischen Kreis oder Spiegelsextanten) anschaffen wollte, und der Direktor mit der Triangulirung in den ersten Som-

---

*) Wie es nämlich im Jahre 1810 Statt fand.

mermonaten fertig seyn sollte, bloß in einem tüchtigen Meßtische und einer Regel mit guten Fernröhren bestehen. Bei einer genauen Landeskenntniß und mit scharfen geübten Augen und Händen wird der Direktor, mittels eines solchen Meßtisches, ein für diese Charte hinreichend genaues Dreiecknetz in Grund legen können, da er nur immer von gegebenen Linien aus dem trigonometrischen Dreiecknetze der großen Charte in den schmalen Landstrich, der noch aufzuzeichnen ist, von Süden nach Norden abgehen darf. Ueber die geographische Projektion der Charte wird die Direktion des Ingenieurkorps dasjenige dem Direktor der Zwischenaufnahme in Schriften ausführlich mittheilen, was man dort nach reifer Ueberlegung bestimmt hat. Sie wird ihm ferner die Anbindungränder der bereits im Detail aufgenommenen Sektion, auch die Anbindungpunkte der Dreiecke von der zweiten Ordnung mittheilen.

Auf der Plankammer würde man unterdessen alle vorhandenen Staats- und Privataufnahmen von dem noch zu bearbeitenden Lande gesammelt haben und ihm vorlegen, um davon eine reduzirte Kopie zu nehmen. Hier wird man schon große Hülfe finden; ich weiß, daß vom Spreewalde, vom Schraden, von den freien Standesherrschaften der Niederlausitz und des Wittenberger Kreises, von mehrern der Königl. Wälder und fast von allen Rittergütern genau vermessene Charten existiren. Man wird sie auf den angewiesenen Wegen auffinden.

Gesetzt nun, es wäre noch eine Fläche von 300 Quadratmeilen aufzunehmen, und ein Aufnehmer könnte 25 Wochen hindurch jede Woche eine Quadratmeile, im Maßstabe von 3,15 Zoll zur Seite, in dem vorgeschriebenen Maße auftragen (was ich in diesem Lande für leicht halte und mich selbst, um ein Beispiel zu geben, zum Doppelten erbiete), so wären für 300 Quadratmeilen 12 Aufnehmer nöthig, die in 3 Brigaden, jede unter einen Unterdirektor oder Brigadier, abgetheilt würden. Der Direktor könnte

einen Offizier und 2 Unteroffiziere, jeder der Unterdirektoren aber bloß einen Unteroffizier bei sich haben. Dies gibt ein Personale von einem Staabsoffizier, 4 Kapitains oder Premierlieutenants, 13 Offizieren und 6 Unteroffizieren, wovon die 5 ersten beritten sind. Die Instrumente, welche sie brauchen, bestehen aus 5 großen Meßtischen, wo bei dem ersten die Tafel 64 Quadratmeilen, bei den vier folgenden die Tafel 36 Quadratmeilen, und aus 12 kleineren, wo die Tafel 25 Quadratmeilen faßt. Zu den größern gehören Visirregeln mit Fernröhren, zu den letztern aber Visirregeln ohne Fernröhre. Diese Offiziere und Unteroffiziere, die am beßten aus den Infanterieregimentern und aus der Artillerie zu wählen sind, versammeln sich zum 1. Januar 1811 in Dresden, wo sie zu der Aufnahme und Zeichnung der Charte den nöthigen Unterricht erhalten sollen. Diesen Unterricht würde am beßten der Direktor der Aufnahme geben, wenn ihm wegen der übrigen Geschäfte zur Einleitung des Ganzen Zeit dazu bliebe, außerdem muß ein anderer Führer unter der Aufsicht des Direktors diesen Unterricht besorgen; hierzu werden die 4 Monate Januar, Februar, März und April erfordert.

Die Unteroffiziere genießen den nämlichen Unterricht. Wer unter diesen seine Talente für das Geschäft so weit entwickelt, daß er selber aufnehmen kann, wird dazu angestellt, sobald ein Offizier abgeht, und genießt die halbe Bezahlung des Offiziers. Man fasse den Vorsatz und sage es den Offizieren zu, daß auf ihre Applikation zu diesem Geschäfte, bei der Besetzung der Stellen in den Generalstäben, Rücksicht genommen werden soll. Man rufe sie durch die Regimentskommandanten hierzu auf und gebe letzteren zu erkennen, daß es ihnen und den Staabsoffizieren zur Empfehlung dienen soll, wenn sie dergleichen Offiziere angezogen und unterstützt haben, und man wird erfahren, welche talentvolle junge Männer wir in der Armee haben.

Warum ich Offiziere von der Infanterie und Artillerie

hierzu aufrufe und wähle, geschieht deswegen, weil die Ingenieuroffiziere mit andern wichtigen Arbeiten und mit der Reduktion des von ihnen bereits aufgenommenen Theils der großen Charte beschäftiget werden, dann auch, weil es nöthig ist, auf diesem Wege in den beiden Hauptwaffen Offiziere heran zu ziehen, die mit dem Truppendienste bekannt sind, Auge und Sinn für den Dienst außer der Linie bei der Generalität erlangen.

Es wird bloß auf das Benehmen der höhern Vorgesetzten ankommen, ob diese jungen Männer Muth fassen, und ihre Talente verläugnen oder geltend machen sollen.

Die 4 Brigadiers können entweder aus den Regimentern, aus den Generalstäben oder aus dem Ingenieurkorps genommen werden, wo dann bei letztern nicht auf den Rang, sondern bloß darauf zu sehen ist, daß sie der Sache wohl vorstehen. —

Zum 1sten Mai, oder, wenn es die Witterung gestattet, noch früher, begibt sich der Direktor in das aufzunehmende Land und bearbeitet sein großes Dreiecknetz dergestalt, daß auf jeden Meßtischüberzug der Brigadiers wenigstens 3 bestimmte Punkte fallen. Sobald er so weit vorgerückt ist, daß die Detailaufnehmer beschäftigt werden können, stellt er die Brigadiers, und jeder derselben seine Detailaufnehmer an. Jeder Brigadier sorgt für die Einrichtung und Prüfung der Arbeit seiner Detailaufnehmer, die übrige Zeit verwendet er selbst zur Detailaufnahme der schwierigsten Gegenden und zu Abfassung eines schriftlichen Memoirs über die Beschaffenheit der Gegend, in so weit diese Beschaffenheit nicht abzubilden ist.

Bei der Bezahlung der Brigadedirektoren wird man vielleicht die Gleichheit beobachten, aber bei den Detailaufnehmern dürfte man wohl für eine gesetzte Bezahlung auch eine gewisse Arbeit festsetzen und ihnen für das, was sie darüber liefern und wenn alles die Prüfung des Brigadiers aushält, eine angemessene Vergütung zahlen.

Bei dieser Einrichtung wird die Aufnahme vor Eintritt der schlechten Jahreszeit wohl beendigt seyn.

Die Auszeichnung der Meßtischblätter muß sogleich auf dem Boden geschehen. Da sie gegen die Arbeit der Aufnahme sehr gering ist, so wird solche nicht viel Zeit wegnehmen. Zur Fertigung der reinen Kopie werden vielleicht die 3 Wintermonate bis zum ersten Januar 1812 hinreichen, und somit das Ganze binnen Jahr und Tagen fertig seyn, wenn der Direktor der Aufnahme nicht durch das Zögern seiner Obern in der nothwendigen Anordnung, oder durch Krankheit und andere außerordentliche Zufälle zurückgesetzt wird. Für gewöhnliche Zufälle, die bei der Aufnahme eintreten könnten, sind überall Reservemittel besorgt.

Ueber die Form der ganzen Charte und ihrer Sektionen, über die Bezeichnungsart, dann über die Methode des Unterrichts, der den Offizieren zu geben ist, und über manche andere Gegenstände, wird anderweit ausführlicher Bericht von der Direktion an das Ministerium zu erstatten seyn, sobald die Unternehmung beschlossen ist.

Man siehet, daß die Direktion dieser Aufnahme nur einem Staabsoffizier des Königl. Ingenieurkorps übertragen werden kann, denn die Bestimmung der Hälfte dieses Korps, der sogenannten Feldbrigade *), ist die topographische Landesaufnahme, mithin auch das ausschließliche Studium dieser Offiziere. Sie würde dem Direktor des topographischen Büreau's oder Depots zukommen, bei einer Einrichtung wie in Baiern und Frankreich, oder einem Offiziere des Generalquartiermeisterstabes, bei einer Einrichtung wie vor 1807 in Preußen war.

Der Aufwand an Geld und andern Mitteln für die Aufnahme wird leicht zu berechnen seyn, wenn man dabei die Anschläge für eine Jahresarbeit des Königl. Ingenieur-

---

*) Wie sie 1810 noch Statt fand.

korps an der großen Charte zu Hülfe nimmt. Ich bemerke nur, daß man die Bezahlung nicht zu niedrig setzen müsse, damit nicht die Offiziere, die man dabei anstellen will, zu Verläugnung ihrer Talente bewogen werden.

Ich rechne durchaus auf Zulagen, dem Traktamente gleich. Z. B. dem Direktor 1200 Thaler, jedem der 4 Brigadiers 600 Thaler, jedem der 13 Offiziere 300 Thaler, und jedem der 6 Unteroffiziere 60 Thaler.

Vielleicht ließe sich in der Folge von diesen eingeübten Aufnehmern ein guter Gebrauch bei der Aufnahme der großen Charte machen, wenn man sie neben den Ingenieur-Subalternen-Offizieren zur Detailaufnahme anstellte. Ich bin überzeugt, daß ein solcher Infanterie-Offizier, wenn die Aufnahme in dem bisherigen Maße fortgesetzt wird, und ihm von Seiten der Direktion solche Hülfen gegeben werden, die man dem Ingenieur-Offizier gibt, jeden Sommer 3, und wenn die Aufnahme in der unter a. Nr. 2. angezeigten Vervollkommnung fortgeführt werden soll, jeden Sommer $2\frac{1}{2}$ Quadratmeile aufnehmen könne, folglich würde die Aufnahme um mehr als die Hälfte Zeit abgekürzt. Vielleicht würde man auch die mit so großem Kostenaufwande unterrichteten und unterhaltenen Ingenieur-Offiziers künftig ganz von dieser, ziemlich einförmigen Detailarbeit, die mehr für den Infanterie-Subaltern-Offizier geeignet ist, abziehen und bei andern, ihren Talenten und Studien mehr angemessenen Geschäften anstellen können. Dann dürften bloß für die Direktion der Aufnahme Ingenieur-Offiziere nöthig seyn.

d.

Die große Charte kann nicht durch den Stich vervielfältiget werden, auch bedarf es für die obersten Behörden, die davon zum Wohl des Staates Gebrauch machen sollen, nur wenige Exemplare, die also nach und nach gezeichnet werden müssen, und dazu könnten nach Beendigung

der Charte Nr. 2. die 13 jungen Offiziere angewendet werden.

Die Charte Nr. 2. ist durch den Stich und Druck zu vervielfältigen, sie soll an allen höheren Amtsstellen und bei jedem Regimente oder Korps, so wie in allen Generalats-Expeditionen, als ein anvertrautes Gut liegen, und jedem andern Beamten vom Civil und Militair auf sein Verlangen für einen geringen Preis verkauft werden. Mir däucht, man könnte sie auch ohne Nachtheil für den Staat in die Hände des Publikums geben, so wie das in andern größern und kleinern Staaten mit den Charten des Landes geschieht; denn Charten nützen im Kriege der einen wie der andern Parthei, am meisten aber derjenigen, die sie am beßten zu lesen versteht, und da kann der Inländer, wenn er will, sich immer im größten Uebergewichte gegen den Ausländer halten.

Ich würde also vorschlagen, diese Charte auf Kosten des Staats stechen und drucken zu lassen, wo dann, wenn die Sache klug dirigirt wird, der Kostenaufwand durch den Verkauf ersetzt werden kann.

Den Beamten und Offizieren, die die Charte als anvertrautes Gut in Händen haben, wird ein sorgfältiges Studium derselben in Beziehung auf ihren Dienst empfohlen und abgefordert, auch ist ihnen aufzulegen, den Unterricht, den sie ihren Subalternen gewähren könnte, sorgfältig zu befördern.

Die Charte Nr. 3. ist nicht nur jedem Beamten, sondern jedem Unterthan, sowohl in Dienst- als andern Privatangelegenheiten, nützlich, so daß, wenn ihr Nutzen erst recht erkannt werden wird, jeder Gebildete sie unentbehrlich finden muß. Sie kann also durch den Stich und Druck allgemein gemacht werden. Man wird es jedem Offizier zur Pflicht machen, sie zu besitzen; man wird ihm Anleitung geben, sie mit Nutzen zu studiren, und bei den Musterungen nachsehen, ob es geschehen ist; man wird da-

mit die große Unbekanntschaft unserer Militairs mit dem Vaterlande, die uns so oft geschadet und gedemüthiget hat, zum größten Theile ausrotten. Man wird mit mehrerem Rechte dem Offizier die Bezahlung dieser Charte zumuthen können, als die Bezahlung eines Kleidungsstückes, das bloß den Körper ziert.

Nachtrag des Herausgebers.

Der zweite Theil des Lehmannischen Werks enthält die Anleitung zum vortheilhaftesten Gebrauch des Meßtisches *), bei Entwerfung eines geometrischen Netzes, und die Benutzung desselben zum richtigen Einziehen des Details; ferner die

---

*) Zur genauen Anfertigung dieses Werkzeuges möge hier noch Folgendes zur Erläuterung stehen:

Die gewöhnliche Einrichtung eines zum Gebrauch des Meßtisches bestimmten Statives bestehet in Folgendem: An die Seitenfläche eines hohlen messingenen Cylinders, dessen innerer Durchmesser bei einem Stative von mittlerer Größe ungefähr 2 Zoll beträgt, sind drei Platten in gleichem Abstande von einander angelöthet, welche genau in die Füße des Statives eingeschoben werden können, weshalb letztere mit Einschnitten versehen sind, welche mit den erwähnten Platten gleiche Dicke und Höhe haben müssen. Durch jeden Fuß und die dazu gehörige Platte geht eine messingene, etwas konische Axe, um welche die Füße beweglich sind, und damit selbige in einer unverrückten und festen Lage erhalten werden können, sind diese Axen an dem einen Ende mit einer runden Platte, und an dem andern mit einem Schraubengewinde, nebst dazu gehörigen Schraubenmuttern, versehen.

Um dem Meßtische die nöthigen Horizontalbewegungen zu verschaffen, dient ein messingener, konischer Zapfen, welcher mit einer, zum Theil runden Platte und einem unterhalb derselben befindlichen Ringe aus einem Stücke besteht. Dieser Ring paßt genau in den innern Raum des obern Theils des erwähnten Cylinders, und ist mit hinlänglich starken Schrauben mit selbigem verbunden. Der messingene konische Zapfen hingegen nimmt eine Hülse oder einen hohlen Conus auf, der sich nach oben in eine runde Scheibe ausbreitet, deren Durchmesser der Größe des Statives und des Meßtisches angemessen seyn muß, der bei einem Instrumente von mittler Größe zwischen 4 und 5 Zoll beträgt. Diese Scheibe wird vermittels drei Handschrauben an eine zweite am Meßtisch befestigte angeschraubt. Der erwähnte messingene Conus muß, um dem Tische eine sanfte Horizontalbewegung zu verschaffen, auf das genaueste abgedrehet und in die gedachte

bildliche, auf physikalischen und mathematischen Gründen beruhende Darstellung der Erdoberfläche, nebst ihren vielfältigen Anwendungen auf militairische, ökonomische und andere Gegenstände.

Auch wird in diesem Werke gezeigt, wie man bereits vorhandene, sowohl topographische, als geographische Charten nach Gründen prüfen, beurtheilen, verbessern und gebrauchen soll. Nur die Entwerfung eines gewöhnlichen geographischen Netzes, mittels der Abwickelung der Seitenfläche eines Kegels; die Eintragung der Hauptorte, nach ihrer geographischen Länge und Breite, so wie das Verfahren über topographisch aufgenommene, mehrere Quadratmeilen begreifende Flächen, ein dergleichen Netz zu legen, und die Vermessung sodann in ein größeres geographisches Netz einzutragen; diese Gegenstände sind, als nicht unmittelbar zum Gebrauche des Meßtisches gehörig, weggelassen worden. Weil aber letzterer Fall, z. B. bei Bestimmung politischer Grenzen, bei Entwerfung statistisch- geognostisch- oder militairischer Charten über Theile der Länder, öfters eintreten kann, so ist auch hier eine Kenntniß der geographischen Bestimmungweise und der dazu erforderlichen Kreise und Linien gewiß nicht ohne Nutzen.

Der Herausgeber will daher einen Ueberblick des Verfahrens hier beifügen, welchen dergleichen geographische Arbeiten nothwendig machen. Eine vollständigere Ansicht, mit Auffindung der benöthigten allgemeinen Formeln und den dar-

---

Hülse mit der Scheibe eingeschliffen seyn. Die feinere Bewegung des Statives wird gewöhnlich durch die Schraube ohne Ende bewerkstelliget, weshalb obige Hülse an dem untern Ende mit einem Cylinder versehen ist, in dessen Umfang die Gänge einer Schraube ohne Ende eingreifen, durch deren Umdrehung eine feine Horizontalbewegung des Tisches bewirkt werden kann. Die Schraube ohne Ende befindet sich auf der einen Seite der erwähnten runden Platte mit dem konischen Zapfen, welche deshalb nach dieser Seite verlängert ist. Winkler, Mechanikus.

daraus hergeleiteten ausgeführten Berechnungen auf spezielle Fälle, ist in dessen Lehrbuche zum Unterricht der ebenen und sphärischen Trigonometrie enthalten.

Einleitung.

Die Gestalt der Erde ist, ohne merklichen Fehler, als eine vollkommene Kugel zu betrachten, ob sie schon nach den neuesten Ausmessungen gegen ihre Drehpunkte, das ist: gegen ihre Pole, abgeplattet erscheint.

Diese Abplattung weicht jedoch von der sphärischen Gestalt so wenig ab, daß sie auf einer künstlichen Erdkugel von 1 Fuß im Durchmesser noch nicht 0,072 Zoll beträgt, und die Erde daher für gewöhnliche geographische Messungen als vollkommen kugelförmig angenommen werden kann.

Bekanntlich dreht sich die Erde in 24 Stunden um ihre Axe. Hieraus folgt, daß alle Punkte auf ihrer Oberfläche in diesem Zeitraume Kreise beschreiben, die kleiner werden, jemehr sie sich den Polen nähern. Der größte dieser Kreise muß daher gleichweit von beiden Polen entfernt seyn; er wird deshalb der Aequator oder Gleicher, und die kleineren, mit letztern gleichlaufenden, werden Parallelkreise genennet.

Zu geographischen Ortsbestimmungen ist es nothwendig, Kreise wie NxS, Fig. 12. Tab. XXIV., durch beide Erdpole N und S zu legen, die zugleich den zu bestimmenden Punkt x schneiden; sie erhalten den Namen Meridiane oder Mittagkreise, weil in den vom Meridiane geschnittenen, der Sonne zugekehrten Punkten zu gleicher Zeit Mittag ist, wenn sie in der erweiterten Ebene des Meridians eintritt. Derjenige heißt der erste Meridian, von dessen Durchschnittspunkte an auf dem Aequator die Gradzählung beginnt. Der Bogen AB des Aequators, zwischen dem ersten Meridian, z. B. NAS und dem Meridiane NxS eines Orts, von Westen nach Osten gezählt,

heißt die **geographische Länge**, so wie der Bogen Bx auf dem Meridiane, zwischen dem Aequator und dem Orte nach dem Pole hin, die **geographische Breite** desselben. Es gibt daher nördliche und südliche Breiten, je nachdem der Punkt in der einen oder andern Halbkugel sich befindet.

Die Lage jedes Ortes auf der Erdoberfläche ist durch diese beiden Bogen zu bestimmen, und es ist hier nur noch das Mittel anzugeben, wie für jeden Ort das Gradmaß beider gefunden werden kann.

Man denke sich deshalb durch den Mittelpunkt der Erde und der Sonne eine Ebene gelegt, welche zugleich die Erdpole schneidet, so werden durch die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Achse alle Punkte zwei Mal in diese Ebene zu liegen kommen, und sie deshalb das eine Mal, gegen die Sonne gekehrt, Mittag, das andere Mal, derselben entgegengesetzt, Mitternacht haben, weshalb obige Ebene auch den Namen **Mittagebene** erhält. Der Zeitraum von einem Mittage zum andern heißt ein **Sonnentag**, und wird in 24 Stunden getheilt.

Befindet sich ein Ort in der Mittagebene, so haben alle nach Westen hin liegende Orte mit ersterem gleichzeitig Vormittag, und alle östlich liegende Nachmittag. Um aber den Zeitmoment des Mittags für einen Ort zu bestimmen, ist dessen Mittaglinie anzugeben nothwendig.

Bestimmung der Mittaglinie.

Es gibt mehrere Arten, dieses zu bewerkstelligen. Hier soll jedoch nur die einfachste und für topographische Vermessungen vollkommen hinreichende Bestimmweise ausgewählt werden. Man ziehe auf einer horizontalen Ebene, am vorzüglichsten auf einer geschliffenen Kupferplatte, mehrere konzentrische Kreise mit einem Halbmesser zwischen 9 und 12 Zoll, und errichte in dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte senkrecht einen 4 bis 6 Zoll langen Stift.

Bei der horizontalen Aufstellung dieser Platte an einem freien Orte wird der Stift einen Schatten bei heiterem Himmel Vormittags westwärts werfen, sodann bei zunehmender Höhe der Sonne östlicher rücken und kleiner werden, und endlich nach erreichter Mittaghöhe, das ist Nachmittags, an Länge wieder zunehmen.

In dieser kreisförmigen Wanderung des Schattens berührt sein Endpunkt mehrere konzentrische Kreise zwei Mal, welche Berührpunkte mit einem feinen Striche bezeichnet, und die zwischen zwei Punkten liegenden Bogen jedes berührten Kreises in zwei gleiche Theile getheilt werden. Die Verbindunglinie sämmtlicher Theilpunkte mit dem Mittelpunkte der Kreise zeigt die Richtung der Mittaglinie.

Durch dieses Verfahren ist es nun möglich, den Gang der Uhren für den Meridian des Orts einzurichten, indem man die Alhidade eines in vertikaler Ebene sich bewegenden Fernrohrs an die gefundene Mittaglinie anlegt und den Zeitpunkt beobachtet, wenn der Mittelpunkt der Sonne in der Axe des Fernrohrs erscheint.

Bestimmung der geographischen Länge.

Aus dem so eben Vorgetragenen ergibt sich, daß die nach ihrem Meridian gestellten Uhren westlicher liegender Orte in demselben Zeitmomente vormittägliche, die östlicher liegenden hingegen nachmittägliche Tagesstunden, im Verhältniß ihrer Entfernungen angeben werden.

Ohne der mittlern Sonnenzeit zu erwähnen, welche gewöhnliche richtig gehende Uhren zeigen, und die man aus der astronomischen Bestimmung eines tropischen Jahres herleitet, ergibt sich aus dem Vorhergehenden, daß in 24 Stunden 360° des Aequators durch die Mittagebene gehen, und daß, weil die Umdrehung der Erde mit gleichförmiger Geschwindigkeit geschieht, die Zeit dem Gradmaße des durchlaufenen Aequatorbogens proportional ist.

Zeigten demnach zwei nach ihren Meridianen gestellte Uhren eine Zeitdifferenz von 3 Stunden 45 Minuten, so kann das Maß des Aequatorbogens zwischen den Meridianen beider Orte, oder, welches gleichviel ist, ihr Längenunterschied, durch folgende Proportionen gefunden werden:

$$24 \text{ St.} : 3\tfrac{3}{4} \text{ St.} = 360^0 : x^0$$

$$x = \frac{360 \times \frac{3}{4}}{24.} = 56^0\ 15'$$

Die verschiedene Tageszeit in gleichem Zeitmomente, an Orten von verschiedener geographischer Länge, wird durch gewisse Ereignisse am Firmamente erhalten; dergleichen sind: Sonnen- und Mondfinsternisse; die Ein- und Austritte der Jupiter-Trabanten aus dem Schatten ihres Hauptplaneten; besonders aber die Sternbedeckungen vom Monde. Würde z. B. eine Sternbedeckung an zwei Orten verschiedener Meridiane gleichzeitig beobachtet, und es ergäbe sich nach allen dabei nöthigen Korrektionen, daß der eine Beobachter selbige um 9 Uhr 10 Minuten, der andere um 11 Uhr 8 Minuten bemerkte, so wäre der Zeitunterschied 1 Stunde 58′, folglich der Längenunterschied beider Orte 29° 30′.

Kennt man nun die geographische Länge eines von diesen Orten, so wird die Länge des andern, wenn er östlicher liegt, durch Addition des erhaltenen Längenunterschiedes, und wenn er westlicher liegen sollte, durch Subtraktion desselben gefunden werden.

Bestimmung der geographischen Breite.

In Fig. 3. Tab. XXIV. stelle den Durchschnitt der Erde und zugleich der vorzüglichsten geographischen Linien und Kreisebenen vor. Es sey nämlich SN die Erdaxe; AQ der Aequator; x ein Punkt auf der Erdoberfläche; Cx die Vertikallinie, und HZ der wahre Horizont dieses Punktes. Nach dieser Lage und Benennung der Linien be-

zeichnet der Winkel NCZ die Erhebung der Erdaxe über den Horizont, oder, welches gleichviel ist, die Polhöhe von x. Weil aber Bogen Ax = Bogen NZ, das heißt: die geographische Breite des Punktes x seiner Polhöhe gleich ist, so wird Erstere durch Messung der Letztern bestimmt.

Die Polhöhe kann aber auf verschiedene Weise gefunden werden. Am vorzüglichsten geschiehet solches, wenn trigonometrische Berechnungen vermieden werden sollen, mittels Beobachtung zweier Sterne, deren Meridianhöhen beinahe gleich sind, und ihre Abweichung aus astronomischen Tafeln bekannt ist, mit der Bedingung, daß der eine im südlichen, der andere im nördlichen Quadranten des Mittagkreises kulminirt, weil in dieser Bestimmweise die Stralenbrechung nicht in Betracht kommt.

Man beobachte nämlich die Höhe des mittäglich kulminirenden Sterns mit einem in der Mittagfläche aufgestellten Fernrohre, wende sodann Letzteres mit seinem unverrückten Höhenwinkel nach der entgegengesetzten Richtung der Mittagfläche, so daß das Lineal 180° durchläuft. Weil nun die gewählten Sterne einen geringen Höhenunterschied haben sollen, so wird, bei der unveränderten Richtung des Fernrohrs, der nördlich kulminirende Stern im Gesichtfelde des letztern befindlich seyn, und der geringe Höhenunterschied mittels eines Mykrometers gemessen werden können. Man addire zur Summe der aus den astronomischen Tafeln genommenen Abweichungen beider Sterne den gefundenen Höhenunterschied, sobald der nördliche Stern höher als der südliche ist, oder ziehe letzteren davon ab, wenn das Gegentheil Statt findet. Die Hälfte des erhaltenen Resultats gibt die verlangte Polhöhe.

Einfacher kann die Polhöhe in langen Winternächten, durch Beobachtung der Höhe eines nicht untergehenden Sterns in dem nördlichen Quadranten des Meridians, ein Mal über, das andere Mal unter dem Pole in der Mit-

tagfläche gefunden werden, wenn man den gemessenen kleineren Winkel vom größern abzieht und die halbe Differenz zu dem kleinsten Winkel addirt.

Diese kurzen Erläuterungen mögen hinreichen, eine vorläufige Ansicht der zur geographischen Ortsbestimmung nöthigen Dimensionen zu geben; ihre Anwendung zeigt die Entwerfung des geographischen Netzes, um jedem Orte seine verhältnißmäßige Lage auf der Oberfläche einer künstlichen Erdkugel oder projektirten Landcharte anzugeben.

Entwerfung eines geographischen Netzes mittels der Abwickelung der Seitenfläche eines Kegels.

Es möge Fig. 4. Tab. XXIV. eine künstliche Erdkugel, N den Nord-, S den Südpol, NxS den mittlern Meridian eines Landes, so wie ik den mittlern Parallelkreis vorstellen. Uebrigens werde dieses Land von den Meridianen NacS, NbdS und den Parallelkreisen eyf, guh begrenzt.

Ueber diesen Globus sey die Seitenfläche eines Kegels gph dergestalt gedeckt, daß alle Punkte des mittleren Parallelkreises ik von ihr berührt werden, so sind die Parallelkreise ef und gh, bei einer Breitenausdehnung von wenig Graden, ohne merklichen Fehler, als in der Seitenfläche des Kegels liegend, anzunehmen.

Wird sodann der Theil abcd in einer Ebene ausgebreitet, so enthält selbiger das projektirte geographische Netz dieses Landes, in welchem die Meridiane ac, yu, bd als konvergirende gerade Linien sich verlängert in dem Punkte p vereinigen, und die Parallelkreise ab, tz, cd als konzentrische Kreise erscheinen, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt p ist.

Auch läßt sich leicht einsehen, daß die Entfernung des Mittelpunktes p von x durch die geographische Breite des

mittlern Parallels ik bestimmt wird; je mehr nämlich letzterer dem Aequator sich nähert, je weiter wird der Punkt p von x entfernter, und im entgegengesetzten Falle ihm näher zu liegen kommen, ja er wird sogar eine unendlich weite Entfernung erreichen, wenn der mittlere Meridian des Landes der Aequator selbst ist.

Bestimmung der Entfernung des Punktes p von dem mittlern Meridian.

Figur 5. Tab. XXIV. stelle den vertikalen Durchschnitt einer künstlichen Erdkugel, Sp die verlängerte Erdaxe, x einen Punkt in dem mittlern Parallelkreise des Landes, pG die Seitenlinie des Kegels vor; so bezeichnet $\widehat{Ax}$ die geographische Breite des mittlern Parallelkreises xy und px die Tangente des Bogens xN, oder, welches gleichviel ist, die Cotangente der geographischen Breite $\widehat{Ax}$. Man kann demnach schließen:

$1 : \text{Cotang.}\ \widehat{Ax} = Cx : xp$, oder wenn r den Halbmesser der Erde und $\mathfrak{T}$ die Cotangente bezeichnet

$$1 : \mathfrak{T}\ \widehat{Ax} = r : xp$$

$$xp = r.\mathfrak{T}\ \widehat{Ax} = 859{,}5\ \mathfrak{T}\ \widehat{Ax}$$

das heißt: die Seitenlinie des Kegels, oder, welches gleichviel ist, der Halbmesser des mittlern Parallelkreises, wird gefunden, indem man den Halbmesser der Erde mit der Cotangente der geographischen Breite des mittlern Parallelkreises der projecirenden Fläche multiplicirt.

Zur Entwerfung eines geographischen Netzes nach gegenwärtiger Projektion, ist für's Erste die Entfernung des Punktes p von dem mittlern Parallelkreise des Landes, nach vorstehender Formel zu finden. Hierzu ist aber die geo-

graphische Breite des Letztern zu wissen nothwendig. Sie wird erlangt, indem man das Gradmaß der das Land begrenzenden Parallelkreise addirt und die Summe halbirt.

Um des Rechnens überhoben zu seyn, bediene man sich folgender, na obiger Formel berechneten Tabelle:

Tab. A.

Geograph. Breite des mittlern Parallelkreises.	Entfernung des Punktes p in geographischen Meilen.	Geograph. Breite des mittlern Parallelkreises.	Entfernung des Punktes p in geographischen Meilen.	Geograph. Breite des mittlern Parallelkreises.	Entfernung des Punktes p in geographischen Meilen.
1	49237,09	13	3722,63	25	1843,06
1½	32820,56	13½	3579,81	25½	1801,84
2	24611,04	14	3447,01	26	1762,11
2½	19684,33	14½	3323,19	26½	1722,76
3	16399,03	15	3207,46	27	1686,74
3½	14051,60	15½	3099,12	27½	1650,96
4	12290,52	16	2997,21	28	1616,36
4½	10920,17	16½	2901,41	28½	1582,88
5	9823,41	17	2811,09	29	1550,46
5½	8925,60	17½	2725,72	29½	1519,05
6	8176,99	18	2645,07	30	1488,58
6½	7543,17	18½	2568,58	30½	1459,03
7	6999,55	19	2495,92	31	1430,34
7½	6528,07	19½	2426,97	31½	1402,44
8	6115,21	20	2361,23	32	1375,38
8½	5750,62	20½	2299,67	32½	1349,01
9	5426,27	21	2238,90	33	1323,41
9½	5135,79	21½	2181,81	33½	1298,46
10	4831,08	22	2127,18	34	1274,17
10½	4637,10	22½	2047,68	34½	1250,08
11	4421,42	23	2024,70	35	1227,40
11½	4224,26	23½	1976,57	35½	1204,88
12	4043,33	24	1930,33	36	1182,91
12½	3876,91	24½	1885,86	36½	1161,46

Geograph. Breite des mittlern Parallelkreises.	Entfernung des Punktes p in geographischen Meilen.	Geograph. Breite des mittlern Parallelkreises.	Entfernung des Punktes p in geographischen Meilen.	Geograph. Breite des mittlern Parallelkreises.	Entfernung des Punktes p in geographischen Meilen.
37	1140,51	51½	683,63	66	382,64
37½	1120,04	52	671,46	66½	373,69
38	1100,03	52½	659,47	67	364,81
38½	1080,46	53	647,63	67½	355,99
39	1061,31	53½	635,95	68	347,23
39½	1042,58	54	624,41	68½	338,54
40	1024,23	54½	613,04	69	329,90
40½	1006,27	55	601,79	69½	321,33
41	988,67	55½	590,67	70	312,80
41½	971,41	56	579,69	70½	304,35
42	954,50	56½	568,85	71	295,92
42½	937,91	57	558,13	71½	287,56
43	921,63	57½	547,42	72	279,24
43½	905,65	58	537,04	72½	270,98
44	889,97	58½	526,66	73	262,70
44½	874,57	59	516,40	73½	254,54
45	859,43	59½	506,24	74	246,39
45½	844,56	60	496,19	74½	238,29
46	831,48	60½	486,25	75	230,23
46½	815,67	61	476,49	75½	222,22
47	801,38	61½	466,63	76	214,23
47½	787,53	62	456,97	76½	206,29
48	773,84	62½	447,39	77	198,37
48½	760,36	63	437,90	77½	190,53
49	747,09	63½	428,50	78	182,67
49½	734,03	64	419,17	78½	174,85
50	721,16	64½	409,93	79	167,05
50½	708,46	65	400,76	79½	159,28
51	695,96	65½	391,66	80	151,54

Zur folgenden Konstruktion des geographischen Netzes ist aber auch auf die Größe des Gradmaßes der Parallelkreise Rücksicht zu nehmen, da selbige immer kleiner werden, jemehr sie sich den Polen nähern.

Weil sich nun die Peripherieen der Kreise wie die Halbmesser verhalten, womit sie beschrieben worden sind; so stehen auch die Größen einzelner Grade in demselben Verhältnisse.

In Figur 5. sey AC der Halbmesser des Aequators und xm der Halbmesser eines Parallelkreises, welcher den Bogen Ax zur geographischen Breite hat. Es verhält sich demnach:

AC : xm = 1° des Aequat. 1° des Parallelkr.

Wird nun AC als der Sinustotus angenommen, so ist xm der Cosinus der geographischen Breite Ax; es verhält sich also, wenn S. den Cosinus bezeichnet

1 : S. $\widehat{Ax}$ = 1° des Aequat. : 1° des Parallelkr.

und weil 1° des Aequators 15 geographische Meilen beträgt:

1 : Cosin : $\widehat{Ax}$ = 15 geogr. Meil. : Meil. 1° vom Parallelkreise.

Ein Grad dieses Parallelkr. ist demnach = 15 × S. $\widehat{Ax}$ geogr. Meilen.

Um daher die Größe eines Parallelgrades zu bestimmen, multiplizire man den Cosinus seiner geographischen Breite mit 15. Mittels dieser Formel ist nachstehende Tabelle berechnet worden:

Tab. B.

Geograph. Breite des Parallelkreises.	Größe eines Parallelgrades in geographischen Meilen.	Geograph. Breite des Parallelkreises.	Größe eines Parallelgrades in geographischen Meilen.	Geograph. Breite des Parallelkreises.	Größe eines Parallelgrades in geographischen Meilen.
0	15	16	14,418	32	12,721
½	14,999	16½	14,382	32½	12,651
1	14,998	17	14,344	33	12,580
1½	14,994	17½	14,305	33½	12,508
2	14,990	18	14,265	34	12,430
2½	14,986	18½	14,224	34½	12,362
3	14,979	19	14,182	35	12,287
3½	14,972	19½	14,139	35½	12,212
4	14,963	20	14,095	36	12,135
4½	14,954	20½	14,050	36½	12,058
5	14,944	21	14,003	37	11,980
5½	14,931	21½	13,956	37½	11,900
6	14,918	22	13,907	38	11,820
6½	14,904	22½	13,858	38½	11,739
7	14,888	23	13,807	39	11,657
7½	14,871	23½	13,755	39½	11,574
8	14,853	24	13,703	40	11,491
8½	14,835	24½	13,649	40½	11,406
9	14,815	25	13,605	41	11,321
9½	14,794	25½	13,538	41½	11,234
10	14,771	26	13,482	42	11,147
10½	14,748	26½	13,424	42½	11,059
11	14,724	27	13,365	43	10,970
11½	14,698	27½	13,305	43½	10,881
12	14,672	28	13,244	44	10,790
12½	14,644	28½	13,182	44½	10,699
13	14,615	29	13,119	45	10,607
13½	14,585	29½	12,055	45½	10,514
14	14,554	30	12,990	46	10,419
14½	14,522	30½	12,924	46½	10,325
15	14,488	31	12,857	47	10,230
15½	14,454	31½	12,789	47½	10,134

Geograph. Breite des Parallelkreises.	Größe eines Parallelgrades in geographischen Meilen.	Geograph. Breite des Parallelkreises.	Größe eines Parallelgrades in geographischen Meilen.	Geograph. Breite des Parallelkreises.	Größe eines Parallelgrades in geographischen Meilen.
48	10,037	62½	6,926	77	3,374
48½	9,939	63	6,810	77½	3,247
49	9,841	63½	6,693	78	3,119
49½	9,742	64	6,575	78½	2,990
50	9,642	64½	6,458	79	2,862
50½	9,541	65	6,339	79½	2,733
51	9,440	65½	6,220	80	2,605
51½	9,338	66	6,101	80½	2,476
52	9,234	66½	5,981	81	2,346
52½	9,131	67	5,861	81½	2,217
53	9,027	67½	5,740	82	2,088
53½	8,922	68	5,619	82½	1,958
54	8,817	68½	5,497	83	1,828
54½	8,699	69	5,375	83½	1,698
55	8,604	69½	5,253	84	1,568
55½	8,496	70	5,130	84½	1,438
56	8,388	70½	5,007	85	1,307
56½	8,279	71	4,884	85½	1,177
57	8,169	71½	4,759	86	1,046
57½	8,059	72	4,636	86½	0,916
58	7,949	72½	4,522	87	0,785
58½	7,837	73	4,385	87½	0,654
59	7,726	73½	4,260	88	0,523
59½	7,613	74	4,134	88½	0,393
60	7,500	74½	4,008	89	0,262
60½	7,386	75	3,882	89½	0,131
61	7,272	75½	3,756	90	0,
61½	7,157	76	3,629		
62	7,042	76½	3,502		

Durch Hülfe vorstehender Tabellen kann nun ein geographisches Netz, für jeden in den gemäßigten Zonen liegenden Theil der Erdoberfläche, mit hinreichender Genauigkeit gezeichnet werden, sobald die ihn zunächst umgrenzen-

den Meridiane und Parallelkreise nach ihrer geographischen Lage gegeben sind.

Gesetzt der zu entwerfende Theil liege zwischen dem 40sten und 70sten Grade der Länge, und dem 55sten und 70sten Grade nördlicher Breite, so ist die Breite des mittlern Parallelkreises

$$\frac{55^\circ + 70^\circ}{2} = \frac{125^\circ}{2} = 62\tfrac{1}{2}^\circ.$$

Die erste Tabelle zeigt für diesen die Entfernung des Punktes p = 447,4 geographische Meilen, und wenn die Meridiane von 5 zu 5 Graden eingezeichnet werden sollen, so ist nach der zweiten Tabelle die Größe von 5 Graden des Parallelkreises, in der Breite von $62\frac{1}{2}^\circ = 6{,}926 \times 5 = 34{,}630$ geographische Meilen.

Konstruktion dieses Netzes.

Nachdem der geographische Meilenmaßstab, yz Fig. 6. Tab. XXIV., gefertiget worden ist, dessen Größe von dem beabsichtigten Zwecke der Charte abhängt, ziehe man eine Linie ap durch deren Mitte und verlängere sie, wenn es nöthig seyn sollte, noch außerhalb des Blattes.

Wegen der als kugelförmig angenommenen Gestalt der Erde, sind die Meridiangrade den Aequatorgraden gleich, und daher 5 Meridiangrade $= 5 \times 15 = 75$ Meilen. Deshalb nehme man letztere vom Meilenmaßstabe, trage sie nach Vorschrift der in obigem Beispiele angenommenen Breitenausdehnung von $70^\circ - 35^\circ = 15^\circ$ aus a nach d drei Mal an einander, und theile bc in zwei gleiche Theile, so gibt x den Punkt an, durch welchen der mittlere Parallelkreis zu legen ist.

Die Entfernung des Punktes p von x war 447,4 Meilen, diese sind vom Meilenmaßstabe abzunehmen und aus x nach p zu tragen; aus welchem letzteren Punkte sodann die konzentrischen Bogen nq, rs, tu und lm gezogen werden können.

Um endlich die Entfernungen der Meridiane auf dem mittlern Parallelkreise gk von 5 zu 5° anzugeben, trage man wegen der geographischen Breite des mittlern Parallels von $62\frac{1}{2}$° aus Tab. B. $5 \times 6{,}926 = 34{,}6$ Meilen aus x drei Mal rechts und links, lege das Lineal an den Punkt p und die Theilpunkte g, f, e, h, i, k, und ziehe die Meridiane zwischen die äußern Parallelkreise nq und lm.

Eintragung der Orte nach ihrer geographischen Länge und Breite.

Für diesen Zweck sind zwei Maßstäbe zu entwerfen nothwendig. Man theile nämlich die Entfernung zweier Parallelkreise, z. B. ab in 5, und einen dieser letztern Theile auf's neue in 4, 6 oder 12 gleiche Theile, wodurch im erstern Falle 15, im zweiten 10, und im dritten 5 Minuten durch die Theilstriche angegeben werden, wie der Minutenmaßstab 'a'b zeigt. Eben so verfahre man auch mit der Entfernung zweier Meridiane auf dem mittlern Parallelkreise, z. B. mit ex, und fertige hieraus den Minutenmaßstab 'e'x.

Soll nun ein Punkt o in dieses Netz eingezeichnet werden, dessen geographische Länge 48° 8', und seine Breite 67° 30' seyn möge, so nehme man 3° 8' vom Minutenmaßstabe 'e'x, trage sie auf dem mittlern Parallelkreise aus f nach v, lege das Lineal an p und v, und ziehe zwischen die beiden Parallelen nq und rs die Linie wα. Um endlich diesem Punkte auch seine geographische Breite anzuweisen, werden 2° 30' vom Maßstabe 'a'b genommen und damit die Entfernung des Punktes o von w bestimmt.

Zeichnung der Parallelkreise mittels der Abscissen und Ordinaten.

Bei einem großen Meilenmaßstabe, oder auch wenn das zu entwerfende Netz dem Aequator nahe liegt, würde

die Entfernung des Punktes p von dem mittlern Parallelkreise zu groß seyn, als daß zu Beschreibung des letztern ein Stangenzirkel ausreichte. Hier können nur einzelne Punkte der Parallelkreise, mit Hülfe von Abscissen und Ordinaten bestimmt, und die dadurch erhaltenen Punkte entweder mit mehrern geraden Linien, oder einer einzigen krummen Linie verbunden werden.

Man ziehe deshalb durch die, in dem mittlern Meridian liegende Entfernpunkte der Parallelkreise, z. B. durch den Punkt x Fig. 1. Tab. XXIV., Linien, die den mittlern Meridian rechtwinklig schneiden, so sind die Entfernungen der auf diesen Abscissenlinien zu errichtenden Ordinaten xa, ac, ce ꝛc. mittels der Formel:

1,6332159 + Log. TB.

in geographischen Meilen zu berechnen, worin Log. TB den Logarithmen Cotangens der geographischen Breite des zu bestimmenden Parallelkreises bezeichnet.

Zur Berechnung der vom mittelsten Meridian in der Ordnung auf einander folgenden Ordinaten av, cw, ep ꝛc. ist folgende Tabelle anzuwenden *):

Für den Endpunkt der	Logarithmische Formel der Ordinaten in geographischen Meilen.
1sten Abscisse	0,0134271 + Log. TB.
2 = =	0,6418161 + Log. TB.
3 = =	0,9873243 + Log. TB.
4 = =	1,2395973 + Log. TB.
5 = =	1,4366730 + Log. TB.
6 = =	1,5979468 + Log. TB.
7 = =	1,7356496 + Log. TB.
8 = =	1,8559324 + Log. TB.
9 = =	1,9632236 + Log. TB.
10 = =	2,0613507 + Log. TB.

*) Der Beweis ist in meinem Lehrbuche der Trigonometrie enthalten.

Ein Beispiel möge den Gebrauch vorstehender Formeln erläutern, wo selbige auf die Bestimmung von fünf auf einander folgenden Abscissen und die ihnen zugehörigen Ordinaten des in der geographischen Breite von 51° 2′ 52″ zu ziehenden Parallelkreises angewandt werden sollen.

1) Berechnung der Entfernungen xa, xc, xe ꝛc., das ist sämmtlicher Ordinaten auf der Abscissenlinie ik dieses Parallelkreises, vom mittelsten Meridian gerechnet.

Hier ist B = 51° 2′ 52″ folglich
Log. der Entfernungen = 1,6332159 + Log. T B.
Log. T 51° 2′ 52″ = 9,9078525 — 10
— 2239

9,9076286 — 10

0,9076286 — 1
+ 1,6332159

1,5408445. Hierzu gehören 34,7417 geographische Meilen, als gleiche Entfernung sämmtlicher Ordinaten xa, ac ꝛc. Sollen die Abscissen vom mittelsten Meridian aus nach beiden Seiten des letztern aufgetragen werden, so ist

die 1ste Abscisse	= ax	= xb	=		34,74
„ 2te „	cx	= xd	= 34,7417 × 2	=	69,48
„ 3te „	ex	= xf	= 34,7417 × 3	=	104,22
„ 4te „	gx	= gh	= 34,7417 × 4	=	138,96
„ 5te „	ix	= xk	= 34,7417 × 5	=	173,70

geographische Meilen.

2) Berechnung der in der Ordnung folgenden Ordinaten.

Log. der 1sten Ordinate = 0,0134274 + Log. T B
= 0,0134271 + 0,090762861 — 1
= 0,9210557 — 1. Hierzu gehören 0,8337 geogr. Meilen.

Log.

Log. der 2ten Ordinate = 0,6418161 + Log. Σ B
= 0,6418161 + 0,90762861 — 1
= 0,549447. Hierzu gehören 3,5436
geogr. Meilen.

Log. der 3ten Ordinate = 0,9873243 + Log. Σ B
= 0,9873243 + 0,90762861 — 1
= 0,8949529. Hierzu gehören 7,8515
geogr. Meilen.

Log. der 4ten Ordinate = 1,2395973 + Log. Σ B
= 1,2395973 + 0,90762861 — 1
= 1,1472259. Hierzu gehören 14,305
geogr. Meilen.

Log. der 5ten Ordinate = 1,4366730 + Log. Σ B
= 1,4366730 + 0,90762861 — 1
= 1,3443016. Hierzu gehören 22,095
geogr. Meilen.

Konstruktion des Parallelkreises in der geographischen Breite von 51° 2′ 52″ nach dem beigefügten Meilenmaßstabe. Fig. 1. Tab. XXIV.

Nachdem die Abscissenlinie ik durch den Punkt x des mittlern Meridians px gezogen worden ist, nehme man die Länge der ersten Ordinate = 34,7 Meilen vom Maßstabe und trage sie von x nach a und b; eben so die Länge der zweiten Abscisse = 69,4 Meilen aus x nach c und d und so weiter. Errichte in den dadurch bestimmten Punkten a, c, e, g . . . und b, d, f . . . Perpendikularen al, cm, bn, do und so weiter, und trage auf al und bn die Länge der ersten Ordinate = 0,83 geographische Meilen av und by. Die Länge der zweiten = 3,5 Meilen aus c nach w, so wie aus d nach z und so weiter, und verbinde die Punkte x, v, w, p, q, z . . . s, t, u . . . durch

gerade Linien, oder, mittels gewisser hierzu verfertigter Instrumente, durch eine krumme Linie.

Gewöhnlich werden nur die Krümmungen des untern und obern Parallelkreises auf diese Art bestimmt, sodann die Entfernungen der Meridiane aus der Tabelle B. auf die construirten Bögen, nach Maßgabe ihrer geographischen Breite, getragen, und durch die obern und untern correspondirenden Punkte die Meridiane als gerade Linien gelegt, wo sodann jeder der letztern in so viele Theile getheilt wird, als Parallelkreise zwischen den obern und untern zu liegen kommen sollen.

Eintragung einer topographischen Vermessung in ein geographisches Netz. Fig. 2. Tab. XXIV.

Soll eine topographisch vermessene Charte einem geographischen Netze einverleibt, das heißt: ihr in selbigem der zugehörige Ort auf der bildlichen Erdoberfläche angewiesen werden, so ist die geographische Länge und Breite, zum wenigsten eines in ihr enthaltenen Punktes und dessen Mittaglinie, zu wissen nothwendig. Wie aber diese Dimensionen und die Richtung der letztern, für diesen Zweck, mit hinreichender Genauigkeit gefunden werden sollen, ist bereits angeführt worden.

Vorausgesetzt nun, daß nach der gegebenen Anleitung die geographische Länge des Punktes x = 31° 21′, dessen Breite 51° 3′ und die Abweichung der Mittaglinie von irgend einem Gegenstande m, das ist der ∠ SXM, bereits gefunden und die Mittaglinie NS mit Hülfe des ∠ Sxm in dem Plan der Vermessung eingetragen worden, ziehe man die Linie WO durch x, daß sie die Mittaglinie NS rechtwinkelig schneidet; sie stellt den Parallelkreis des Punktes x vor. Bei einer beträchtlichen geogra-

phischen Ausdehnung ist demselben auch, nach dem bereits Vorgetragenen, die ihm, vermöge der geographischen Breite, zukommende Krümmung zu geben. In den meisten dieser Fälle wird sie aber nur als eine gerade Linie zu betrachten seyn, denn eine Längenausdehnung von 7600 Ruthen beträgt, nach obiger angenommenen geographischen Breite, nicht mehr als ungefähr 28 Minuten, also noch nicht einen halben Grad, deshalb soll auch hier der Parallelkreis WO als eine gerade Linie betrachtet werden.

Bei Legung eines solchen Netzes über eine topographische Vermessung werden die Meridiane und Parallelkreise gewöhnlich von 5 zu 5 Minuten ausgezogen, so daß letztere Linien allezeit die 5te, 10te, 15te, 20ste ꝛc. Längen- und Breitenminute schneiden. Wird dieselbe Abtheilung in obigem Beispiele angenommen, so fällt der Meridian von 31° 25′, als der zunächst als Linie erscheinende, um 4 Minuten östlicher als NS. Diese, in geographischem Gradmaße angegebene Entfernung ist deshalb in dasjenige Längenmaß zu verwandeln, wonach die Vermessung aufgenommen worden ist. Es möge z. B. nach sächsischen Landruthen geschehen seyn, so weiß man, daß eine geographische Meile (als der 15te Theil eines geographischen Grades des mittlern Umfangs der Erde) 22869 pariser Fuß, so wie die sächsische Landruthe $15\frac{1}{6}$ sächs. Fuß enthält; ferner daß der pariser Fuß sich zu dem sächs. wie 14400 : 12520 verhält, und endlich ein Parallelgrad in der geographischen Breite von 51° 3′ nach der Tabelle B. ziemlich 9,4 geographische Meilen beträgt.

Obige 4 Minuten Längenunterschied sind demnach durch folgenden Ansatz in sächsisches Decimalmaß zu verwandeln:

x S. R.	1 S. R.
60	4 Minuten.
1	1 Grad des Parallelkreises.
1	9,4 geogr. Meilen.
1	22869 fr. Fuß.
12520	14400 Theile.
$15\frac{1}{6}$	1 S. Fuß.

$$\frac{4 \times 9{,}4 \times 22869 \times 14400}{15\frac{1}{6} \times 12520 \times 60} = 1086{,}7 \text{ sächs. Ruthen} = 1086 \text{ Ruthen } 7 \text{ Fuß.}$$

Diese gefundene Länge nehme man von dem Maßstabe der Vermessung ab, trage sie aus x in a und ziehe den Meridian b c mit NS gleichlaufend durch letztern Punkt, sobald auf die Convergirung der Meridiane, wie sich bei dergleichen Vermessungen immer voraussetzen läßt, keine Rücksicht genommen werden darf.

Auf gleiche Weise findet man die Entfernung von 5 Minuten der Länge für den Parallelkreis WO durch folgende Proportion im Ruthenmaß:

$$4 \text{ Min.} : 5 \text{ Min.} = 1086{,}7 \text{ Ruthen} : x \text{ Ruthen}$$

$$x = \frac{5 \times 1086{,}7}{4} = 1358{,}4 \text{ Ruth.} = 1358 \text{ Ruth. } 4 \text{ Fuß.}$$

Diese Entfernung aus a rechts und links nach e, g, d, f ꝛc. getragen und die Linien ik, lm, no, pq ꝛc. durch die gefundenen Punkte mit NS parallel gezogen, geben sämmtliche Meridiane die Vermessung von 5 zu 5 Minuten.

Aber auch die Parallelkreise sollen durch die 5te, 10te, 15te Breitenminute gezogen werden. In gegenwärtigem Beispiele war die geographische Breite des Punktes $x = 51^\circ\ 3'$.

Der Parallelkreis von $51^\circ\ 5'$ liegt demnach um 2 Minuten des Meridians nördlicher, und sein Abstand ist durch folgenden Ansatz ebenfalls in Ruthenmaß zu verwandeln:

x S. R.	1 S. R.
60	2 Minuten.
1	15 geogr. Meilen.
1	22869 fr. Fuß.
12520	14400 Theile.
$15\frac{1}{6}$	1 S. Fuß.

$$\frac{2 \times 15 \times 22869 \times 14400}{12520 \times 15\frac{1}{6}} = 867{,}13 \text{ Ruthen} = 867 \text{ Ruth. } 1 \text{ Fuß.}$$

Man nehme deshalb 867 Ruthen 1 Fuß vom Maßstabe der Vermessung, trage sie auf NS aus x nach r, und ziehe durch letzteren Punkt die Linie st mit dem Parallelkreise WO gleichlaufend. Um endlich die Entfernungen der übrigen Parallelkreise von 5 zu 5 Minuten im Ruthenmaß zu finden, wird geschlossen:

$$2 \text{ Minuten} : 5 \text{ Minuten} = 867{,}13 \text{ Ruthen} : x \text{ Ruthen}$$

$$x = \frac{867{,}13 \times 5}{2.} = 2167{,}82 \text{ Ruthen} = 2167 \text{ R. } 8 \text{ F.}$$

Diese Entfernung aus r nach z und u ꝛc. getragen, und durch diese Punkte die Parallelen vy, $\alpha\beta$ ꝛc. gezogen, vollenden das verlangte Minutennetz der Vermessung, welcher letztern nunmehr ihr geographischer Ort in der beabsichtigten Charte angewiesen werden kann.

F.

Zur möglichen Vollständigkeit dieses Werks fügen wir noch eine sehr wichtige Abhandlung bei, welche für die Besitzer der ersten und zweiten Auflage auch einzeln zu bekommen ist.

x S. M.	1 E. M.
60	E. Minuten
1	15 geogr. Meilen
1	22800 w. Fuß
12590	14400 [illegible]
151	1 S. Fuß

$$\frac{2 \times 15 \times 22800 \times 14400}{12590 \times 151} = [illegible]$$

Man erhält demnach [illegible] Minuten 1 Fuß vom [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible]

Diese Entfernung [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible]

Anleitung

zum

Höhenmessen mit dem Barometer,

anwendbar

bei topographischen Vermessungen, Nivellements, Entwerfung der Profile ㄝc.

nebst

hypsometrischen, nach den Oltmannschen eingerichteten, Tafeln

und

verschiedenen Reduction- und Hülf-Tafeln

von

J. G. Wiemann.

Zweite, sehr verbesserte und vermehrte Auflage.

Zu den Fortschritten, welche seit einigen Jahrzehenden in den mathematischen und physikalischen Wissenschaften, in Vervollkommnung der Werkzeuge zu den praktischen Operationen, und vorzüglich auch in der ausübenden Meßkunst gemacht worden, gehöret ohne Zweifel auch die Lehre vom Höhenmessen mit dem Barometer. Wie sehr dieser Gegenstand, seit Pascal's, Mariotte's, Halley's und anderer Entdeckungen, von verschiedenen deutschen, französischen und englischen Gelehrten, worunter Deluc, Mayer, Saussûre, Schuckburgh, le Roy, Trembley, Laplace, Ramond, Biot, Arrago, d'Aubuisson die vorzüglichsten sind, bearbeitet worden, dies beweisen die Werke dieser Gelehrten und wissenschaftliche Zeitschriften zur Gnüge.

Die Arbeiten jener Männer hier einzeln aufzuführen, würde ohne Nutzen seyn; es ist nur nöthig, diejenigen zu bemerken, deren vorzüglicher Werth dargethan ist.

Es ist jetzt nicht mehr zweifelhaft, daß die von Laplace aufgestellte Formel zu Berechnung der barometrisch gemessenen Höhen, die richtigsten, und mit andern geometrisch und trigonometrisch vollführten Messungen oder Nivellements übereinstimmenden, Resultate gibt, wenn übrigens die Beobachtungen selbst sehr sorgfältig, mit guten Instrumenten und mit Rücksicht auf den Zustand der Atmosphäre, gemacht worden.

Die vielen Erfahrungen, welche der oben erwähnte, um die Wissenschaften so verdienstvolle französische Gelehrte, Ramond, über die Laplace'sche Höhen-Formel, bei Vergleichung mit trigonometrischen Messungen und Nivellements,

besonders zuletzt auf dem Puy de Dome in Frankreich, wo die Barometer-Messungen ihren Anfang genommen, gemacht hat, haben für die Richtigkeit dieser Formel und deren Anwendbarkeit sowohl bei großen als kleinen Höhen entschieden.

Und ähnliche Erfahrungen sind es auch, welche den Verfasser gegenwärtigen Aufsatzes und zwei andere Liebhaber mathematischer und physikalischer Wissenschaften, Hrn. Steuer-Revisor und jetzigen Kreis-Steuer-Einnehmer Opelt und Hrn. Mechanikus Winkler, ermuntert haben, ein möglich richtiges barometrisches Nivellement der sächsischen Gebirge, Thäler und Flußgebiete vorzunehmen; da die Angaben der in frühern Zeiten, nicht mit berichtigter Theorie und mit keinen genauen Instrumenten gemessenen Höhen, meistens sehr von der Wahrheit entfernt, auch nicht zahlreich genug sind, um über die physische Beschaffenheit des Landes umfassende Kenntnisse zu erlangen *).

Mit zwei völlig correspondirenden, auf die in folgender Abhandlung beschriebene Art gefertigten Heber-Barometern nebst Zubehör versehen, ist bereits eine bedeutende Anzahl der, in den Umgebungen von Dresden, in einem Umkreise von mehrern Meilen gelegenen Berge, Thäler und Flüsse, barometrisch gemessen und nivellirt worden, und so weit es Berufsgeschäfte verstatten, werde ich fortfahren, der-

---

*) Dieses Unternehmen ist aber, einige Zeit nach dem Erscheinen der dritten Auflage dieses Werkes, der genannten beiden Theilnehmer dadurch verlustig worden, daß der erstere wegen Veränderung seiner Dienst-Verhältnisse seinen hiesigen Wohnort mit einem auswärtigen vertauschte, und der zweite (zu früh für die Wissenschaften) mit Tode abging. Um diesen Verlust zu ersetzen, mußte der Verfasser andere Theilnehmer oder Correspondenten zu erlangen suchen, und diese hat er an dem Pastor Hrn. Lohdius in Wesenstein, Hrn. Lohrmann, Vermessungs-Inspector, und Hrn. Fischer, Kupferstecher, beide allhier, gefunden.

gleichen Messungen im ganzen Lande vorzunehmen, und dann die erhaltenen Resultate mittels einer allgemeinen übersichtlichen Darstellung bekannt zu machen *).

Die bei diesen Operationen gefundene Uebereinstimmung mit vielen, von dem verstorbenen Major Lehmann und andern, in der Nähe von Dresden und anderwärts unternommenen genauen geometrischen ꝛc. Höhen-Messungen und Markscheider-Zügen; die so wenig kostspielige und mühvolle Methode der erstern, besonders in Fällen, wo es weder geometrisch noch trigonometrisch möglich ist, die Höhe eines Ortes über einem andern zu bestimmen, verdient nun wohl allerdings Berücksichtigung und Anwendung bei topographischen Vermessungen der Länder, zu Entwerfung der Profile u. s. w., wovon in der Abhandlung weitere Erwähnung geschehen und der weitere Nutzen solcher Bestimmungen dargestellt werden soll.

Durch jene Erfahrungen aufgemuntert und von dem Verleger des Lehmannischen Werkes veranlaßt, habe ich den Entwurf dieser Abhandlung mit der Ueberzeugung übernommen: daß dadurch zwar nichts Neues für die Theorie, aber doch vielleicht einiges Brauchbare für die Praktik geliefert wird, daher es der Tendenz des ganzen Werkes angemessen seyn wird und als Anhang dazu dienen kann.

Erster Abschnitt.

Von dem Barometer und Thermometer ꝛc., deren Behandlung und Gebrauch bei Höhen-Messungen.

§. 1.

Bekanntlich erfand der italienische Geometer Toricelli im Jahre 1643 das Barometer, indem er eine, an dem

---

*) Das ganze Nivellement vom Königreiche Sachsen ist ziemlich beendigt. Nur noch eine Reise in die hohen Gegenden des Erzgebirges und Voigtlandes, und von da hinab bis zum Elbthal, wird zu Ausmittelung der noch fehlenden Höhen-Punkte

einen Ende luftdicht verschlossene, 3 Fuß lange gläserne Röhre mit Quecksilber füllte, vor das offene Ende den Finger drückte, sodann die Röhre umkehrte, und dieses Ende in ein offenes, ebenfalls mit Quecksilber gefülltes Gefäß tauchte. Als er dabei den Finger zurückzog und die in der Röhre befindliche Quecksilbersäule nicht mehr unterstützte, fiel solche bis zu einer Länge von ungefähr 28 Zoll, und es entstand über der Säule ein leerer Raum, welchen man noch jetzt die Toricellische Leere nennt.

Durch diese Erfindung wurde der, bis zu den Zeiten des Galilei, des Lehrers von Toricelli, herrschend gewesene Glaube: daß kein Theil des Raumes von Materie leer seyn könne, und die Natur einen Abscheu vor dem leeren Raume habe, verdrängt.

Galilei selbst mochte schon geahnet haben, daß diese und andere ähnliche Naturerscheinungen vom Drucke der Luft bewirkt wurden; allein vielleicht hatte er diesen Gegenstand entweder noch keiner genauen Prüfung unterworfen, oder dieses Geheimniß nicht bekannt machen wollen. Er äußerte daher gegen die Brunnenmacher zu Florenz, welche das Wasser in den Pumpen bloß bis zu 32 Fuß zu heben vermochten, daß die Natur nur bis zu 32 Fuß Abscheu vor dem leeren Raume habe.

§. 2.

Toricelli, der schon den Druck der Luft und das Verhältniß des spezifischen Gewichtes des Quecksilbers zu dem des Wassers kannte, machte den Schluß: daß eine Wassersäule von 32 Fuß einer Quecksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht halten müsse, weil Quecksilber $13\frac{1}{2}$ mal schwerer als Wasser sey. Dieses ergibt sich auch, wenn

---

hinreichen. Inzwischen wird die Höhen-Charte und die sie begleitenden Tabellen bis zum Abschluß vorbereitet werden, von deren Einrichtung weiter unten die Rede seyn wird.

man die Länge der Wassersäule = 32 Fuß = 384 Zoll durch $13\frac{1}{2}$ dividirt, wobei man ebenfalls 28 zum Quotienten erhält.

Hiermit war also eine der nützlichsten Entdeckungen in der Physik gemacht. Der Gebrauch des Barometers, welches auch den Namen Baroscop (Schwermesser oder Schwerzeiger, auch Elastizitätmesser der Luft) und im gemeinen Leben Wetterglas (weil das Steigen und Fallen des Quecksilbers, oder die Veränderung im Drucke der Luft, gewöhnlich auch eine Veränderung der Witterung anzeigt) erhalten hat, mochte jedoch einige Zeit hindurch beschränkt seyn, bis Pascal im Jahr 1684 es zuerst zu dem Gegenstande benutzte, von welchem hier die Rede ist.

§. 3.

So wie an jedem neu erfundenen Instrumente gekünstelt wird, so ist solches dem Barometer in vollem Maße widerfahren. Es ist in den verschiedenartigsten Formen erschienen; besonders suchte man es zu einem bequemen Transport, durch mehrere zusammengesetzte Vorrichtungen, geschickt zu machen, allein oft erzeugte eine erlangte Bequemlichkeit eine viel größere Unbequemlichkeit.

Wer sich von verschiedenen Arten der Barometer unterrichten will, lese die unten angezeigten Werke nach.

Hier soll bloß dasjenige Instrument beschrieben werden, welches bei häufigem Gebrauche zu Höhen-Messungen sich bewährt gefunden hat und die Eigenschaften vereinigt, welche man zu Erlangung möglichst richtiger Resultate wünscht.

Fig. 1. Tab. XXV. stellt die perspektivische Ansicht, und Fig. 2. die Ansicht von vorn dar.

Es besteht aus einem viereckigen, 3 pariser Fuß langen, $2\frac{1}{2}$ Zoll breiten und sechs Linien dicken Bretchen ABCD von Tannenholze, welches des bessern Ansehens wegen mit Mahagoniholz dünn belegt ist.

Auf diesem ist die cylindrische, gebogene, gläserne, bei i verdünnte Röhre efgh mit 5 messingenen Klammern, 1 bis 5, befestigt.

Diese, einen langen und einen kurzen Schenkel bildende Röhre, $3\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser, ist mit gut gereinigtem und destillirtem Quecksilber dergestalt gefüllt, daß wenn man letzteres, durch Neigung des Instruments, bis an's Ende des langen Schenkels laufen läßt, selbiges nur noch wenig in die Verdünnung der Röhre reiche, damit diese mit einem sogenannten Embolus oder Sperrer verschlossen werden könne. Dieser Embolus bestehet, Fig. 3., aus einem Fischbeinstäbchen, woran unten bei k ein Korkstöpsel von der Größe angebracht ist, daß selbiger in die Dünnung der Röhre paßt und sie verschließt. Statt des Korkes kann man auch das Fischbeinstäbchen mit dünnem wollenen Garne umwickeln. Um ganz sicher zu seyn, daß der Embolus beim Transport, besonders zu Wagen, nicht locker werde und herausgleite, binde man sein oberes Ende mit feiner seidner Schnur an einen deshalb an das Barometer-Bret befestigten Stift.

Mit der Durchschnittlinie der Röhre parallel, läßt sich, durch ein mit einem Knopfe E versehenes Getriebe E, eine in 2 unbeweglichen Hülsen, l und m, sanft gehende, mit Verzahnung versehene messingene Skale FG von 30 Zoll Länge, oben $5\frac{1}{2}$ Linien Breite und 1 Linie Dicke, bewegen. An dieser Skale oder Stange ist unten, genau im Nullpunkte no der Theilung, ein viereckiges Kästchen pqrs dergestalt angeschraubt, daß solches, sowohl mit der Skale als der Röhre, einen rechten Winkel macht, und sich beim Auf- und Niederschrauben mit der Skale bewegt. Auf dem obern Theile dieses Kästchens ist um 4 kleine Schrauben herum ein sehr feines Menschenhaar gezogen, so, daß dadurch ein kleines Viereck entstanden, wovon alle Seiten mit dem Theilstriche im Nullpunkte in einer Horizontal-Ebene

liegen. Wegen Benutzung des Raumes und der Verzahnung ist die Skale vom Nullpunkte an bis t schmäler. Die Theilung von Linie zu Linie geht vom Nullpunkte bis mit 29 Zoll 6 Linien = 354 Linien, weil schwerlich je ein so hoher oder noch höherer Barometer-Stand Statt finden wird; übrigens sind auch von 0 bis mit 12 Zoll die Theilstriche nicht aufgetragen, weil bis zu solchen Höhen höchst selten jemand gelangt, wo das Barometer so tief fällt.

Um kleinere Theile der Linie zu beobachten, ist an die Skale ein Nonius oder Vernier uv angebracht. Derselbe ist mit der verschiebbaren Hülse w durch eine kleine Verzahnung, die in der Zeichnung nicht sichtbar ist, verbunden. Diese Verzahnung und das Getriebe x bewirkt zugleich die feine Bewegung des Nonius.

Auf letzterem sind 21 Linien der Skale in 20 gleiche Theile getheilt, so daß derselbe $\frac{1}{20}$ = 0,05 Linien anzeigt. Die über oder unter 0,05 fallenden Theile lassen sich leicht schätzen. Uebrigens ist mit dem Nonius eine gleiche Vorrichtung, wie mit dem Nullpunkte der Skale, verbunden. Das Haar auf dem viereckigen Kästchen a′b′c′d′ liegt mit dem obersten Theilstriche des Nonius ebenfalls in einer horizontalen Ebene, welche auf der Röhre senkrecht ist und sich über ihr auf und nieder bewegen kann.

Zu Beobachtung der Temperatur des Barometers ist an der einen Seite der Skale ein hunderttheiliges Thermometer, HI, angebracht. Die Kugel des Thermometers ist etwas in das Bret des Barometers eingelassen, auch kann man, der Sicherheit wegen, das ganze Thermometer in das Bret einlassen, wodurch ein sonst leichtes Zerbrechen der Kugel vermieden wird. Da sich die Bruchtheile der Thermometergrade leicht schätzen lassen, so sind auf der, mit der Glasröhre verbundenen messingenen Skale nur die ganzen Grade verzeichnet, übrigens aber ist die hunderttheilige

Eintheilung um deswillen gewählt worden, weil die zu Ende beigefügten Tafeln zur Höhen-Berechnung nach jener Eintheilung eingerichtet sind.

Zum Aufhängen des Barometers ist am obern Ende desselben noch eine Vorrichtung wie y anzubringen.

§. 4.

Außer diesem hier beschriebenen, mit einem Thermometer versehenen Barometer, ist, wegen Bestimmung der Temperatur der freien Luft, noch ein Thermometer nöthig, welches mit dem am Barometer völlig gleichförmig seyn muß. Es kann die Gestalt wie Fig. 4. haben, woran die Skale ebenfalls von Messing ist.

Um nun diese Instrumente auf Reisen bequem transportiren zu können, ist zu dem Barometer ein leichtes, von starker Pappe oder dünnem weichen Holze gefertigtes, und mit Wachsleinwand überzogenes Futteral nöthig. Dieses ist viereckig und inwendig so eingerichtet, daß das Instrument mit dem obern Ende in einen, durch die Länge des Futterals gehenden Falz geschoben und mit einem Deckel bedeckt wird.

In dieser Lage muß die Krümmung der Röhre oben, und darin eine kleine Luftblase sichtbar seyn, die man beim Sperren des Quecksilbers in der Absicht gelassen hat, daß das Quecksilber, bei zunehmender Wärme sich auszudehnen, Raum genug habe.

An dem untern Ende und dem Deckel des Futterals kann ein etwas breiter Tragriem oder Tragband befestigt werden, um es zur Bequemlichkeit über die Schultern hängen zu können.

Uebrigens sind noch

2 kleine Bohrer, ungefähr wie Fig. 5., zum Aufhängen der Instrumente,

1 kleines messingenes Gewicht, Fig. 6., von ungefähr

4 Loth, mit einem seidenen Faden zur senkrechten Einrichtung des Barometers,

1 kleine Loupe oder Vergrößerungglas, wie Fig. 7., zum genauen Beobachten

erforderlich.

Damit man diesen ganzen Meß-Apparat gehörig beisammen habe, lasse man den Deckel des Futterals so einrichten: daß auf der einen breiten Seite desselben eine Hülse, worein das Futteral mit dem Thermometer paßt, und auf der andern breiten Seite ein Behältniß für das Bleiloth und die Bohrer befestigt sey. Beide Vorrichtungen müssen von gutem Leder und mit Klappen zum Zuschnallen versehen seyn.

Dadurch wird vermieden, daß ein Stück verloren gehe oder zerbrochen werde; auch trägt diese Einrichtung zur schnellen Operation bei.

Endlich kann man auch einen cylindrischen, ungefähr 6 pariser Fuß langen, $1\frac{1}{2}$ Zoll starken, unten gut mit einem eisernen Schuh und Spitze versehenen Stab, als Stativ, zum bequemen Aufhängen der Instrumente, mit sich führen, weil man nicht überall Bäume oder andere passende Gegenstände findet. Ich habe ein solches Stock-Stativ sehr brauchbar gefunden. Es läßt sich leicht senkrecht einrichten, das Instrument hängt an dem eingeschraubten Bohrer fest, und man kann es auch beim Besteigen der Berge gut benutzen.

§. 5.

Dies ist also der zum Höhenmessen nöthige Apparat. Ein Gefäß-Barometer noch zu beschreiben, wird nicht erforderlich seyn, da dessen Einrichtung einfach und gewiß fast allgemein bekannt ist.

Es leidet keinen Zweifel, daß ein Heber-Barometer Vorzüge vor dem Gefäß-Barometer in Ansehung der Genauigkeit hat. Das Gefäß-Barometer ist zwar leichter zu

transportiren, indem man es wie einen Reisestock einrichten lassen kann; allein es ist auch manchem Fehlern, wegen Unsicherheit beim Beobachten am Gefäß, wegen der Haarröhrchen-Kraft ꝛc., unterworfen. Uebrigens muß man den Nullpunkt eines solchen Instruments immer nach einem Heber-Barometer berichtigen.

Letzteres hingegen leistet gehörig, was man verlangt. Es stellt besser als jenes eine Wage dar, auf der die Luft gegen Quecksilber abgewogen wird. Ueber dem kurzen Schenkel balancirt die Luftsäule (welche den Cylinder der Röhre zur Grundfläche hat, und bis an das äußerste Ende der Atmosphäre geht) mit dem größten Theile der in dem langen Schenkel befindlichen Quecksilbersäule, und dieses Abwiegen ist, wie in der Folge sich ergeben wird, die Haupt-Grundlage zu dergleichen Höhen-Messungen.

§. 6.

Hieraus geht aber hervor, wie genau die Werkzeuge gefertiget seyn müssen, wenn genaue Resultate erhalten werden sollen.

Ein Barometer von der oben beschriebenen Einrichtung soll

1) eine möglichst cylindrische Röhre haben (welches vor dem Gebrauche untersucht werden muß), und ganz vom Staube gereinigt seyn;
2) ist das Quecksilber, ehe es in die Röhre gefüllt wird, zu untersuchen, ob es gut destillirt und von Unreinigkeit befreit ist.

Das Füllen in die Röhre geschiehet mittels eines dünnen cylindrischen Trichters von etwas starkem Papier, welcher bis in die Krümmung der Röhre geschoben, und worauf letztere etwas geneigt und fast der ganze lange Schenkel voll gefüllt wird.

Nach dem Füllen folgt die Entfernung der in der Röhre und dem Quecksilber noch befindlichen Luft, durch das Auskochen der Röhre. Hierbei gebraucht man ein, mit einem Einschnitt versehenes Kohlenbecken, welches mit gewöhnlichen Holzkohlen gefüllt wird, welche glühend gemacht werden. Zuerst nähert man sich, während stetem Umdrehen, mit der Spitze der Röhre allmälig den glühenden Kohlen, bis das Quecksilber siedet, und nun wird solches von Stück zu Stück bis zur Krümmung der Röhre fortgesetzt. Auf diese Weise entweicht nicht nur die in dem Quecksilber befindliche, sondern auch die an dem Glase angehängt gewesene Luft. Da nun aber noch Quecksilber in der Röhre fehlt, so muß noch etwas nachgefüllt, und auch dieses gekocht werden. Sodann ist die Röhre zum Befestigen, auf die oben bereits beschriebene Art, mittels 5 Klammern fertig.

Wäre das Barometer nicht gehörig ausgekocht worden und über dem Quecksilber noch Luft, so würde dasselbe zwar auch bei verändertem Drucke steigen und fallen, allein immer nicht den wahren Druck der Luft auf dem kurzen Schenkel angeben, weil nicht nur die Quecksilbersäule, sondern auch die über derselben befindliche Luft im langen Schenkel entgegen wirkten. In gut ausgekochten Barometern schlägt das Quecksilber beim Neigen des Instruments mit einem hörbaren hellen Schlage an. Die Barometer-Röhre muß auch bei einem hohen Stande, z. B. von 336 Linien, noch 2 — 2½ Zoll Toricellische Leere behalten; weil dieses den Vortheil hat, daß wenn ja eine Luftblase zufällig über das Quecksilber in den langen Schenkel käme, selbige von geringer oder gar keiner Wirkung seyn würde.

Nun folgt das Anschrauben der Skale mit dem Nonius und den übrigen Vorrichtungen. Die Skale muß mit der Röhre genau parallel, die Zeiger mit den Horizontal-Fäden senkrecht auf der Skale und Röhre seyn, und in dieser Lage auch beim Auf- und Niederbewegen verbleiben.

Zur Erlangung des letztern ist eine feine und genaue Fertigung der Verzahnungen und Getriebe nöthig.

Ein Haupt-Erforderniß ist aber auch noch die möglichst feine und genaue Eintheilung der Skale in pariser Zolle und Linien. Hierzu muß man sich einen ganz richtigen pariser Fuß zu verschaffen suchen. Will man die Skale in halbe Linien theilen und den Nonius kleinere Theile als 0,05 Linie, zum Beispiel 0,02 Linie angeben lassen, so werden 26 halbe Linien der Skale in 25 gleiche Theile auf dem Nonius getheilt, jedoch müssen die Theilstriche so fein als möglich gezogen werden.

Dies sind im Wesentlichsten die Eigenschaften eines guten Reise-Barometers. Wie mit einem solchen genaue Beobachtungen anzustellen sind, soll nachher bei den Operationen selbst folgen. Nun ist noch nöthig, auch etwas über die Thermometer zu sagen.

§. 7.

Die Thermometer dienen bekanntlich dazu, die Veränderungen der Luft sowohl, als anderer fester und flüssiger Körper, durch Wärme und Kälte, in Ansehung ihrer Ausdehnung oder Zusammenziehung, anzuzeigen, und nicht eigentlich die G r ö ß e der W ä r m e selbst zu bestimmen, weil man nicht mit Grunde schließen kann, daß Wärme und Ausdehnung in gleichem Verhältnisse wachsen und abnehmen. Es sollten daher diese Instrumente eigentlich nur Thermoscope (Wärmezeiger) heißen.

Indessen ist es schon genug, zu wissen, um wie viel sich bei einem gewissen Vorhaben irgend ein Körper, nach der Anzeige des Thermometers, ausdehne oder zusammenziehe.

§. 8.

Die Erfindung des Thermometers schreibt man einem Holländer, Namens C o r n e l i u s D r e b b e l, zu. Er erfand solches im Jahre 1630. Sein Thermometer war

jedoch ein sogenanntes Luft-Thermometer, welches aus einer Glasröhre bestand, die gebogen und an dem einen Ende mit einer verschlossenen Kugel, an dem andern Ende aber mit einem offenen Gefäß versehen war. Die Kugel wurde erwärmt, und also die Luft in derselben verdünnt, sodann das Instrument mit dem untern Theile in gefärbtes Wasser getaucht. Als die eingeschlossene Luft erkaltete, wurde das Wasser durch den Druck der äußern Luft in die Röhre hinaufgetrieben. Sobald die eingeschlossene Luft wärmer wurde, trieb sie das Wasser herunter; wurde sie kälter, so stieg das Wasser.

Es konnte dieses Werkzeug nun wohl die Temperatur der äußern Luft einigermaßen anzeigen, in so fern die Wärme der letztern der eingeschlossenen mitgetheilt wurde. Allein man sieht sogleich die Unvollkommenheit dieses Instruments darin, daß es auch als Barometer wirkte, weil die Oberfläche des Wassers im Gefäße dem Druck der äußern Luft ausgesetzt war, und also das Wasser in der Röhre steigen konnte, ohne daß die Luft in der Kugel kälter geworden war.

Zur Deutlichkeit dieser Beschreibung ist jenes älteste Thermometer Fig. 8. dargestellt.

§. 9.

Nach dieser Erfindung sind manche Verbesserungen dieses Instruments versucht worden, und De Luc, De l'Isle, Lutz und mehrere Andere in der neuern Zeit, haben sich in Ansehung der Genauigkeit und Uebereinstimmung jener Werkzeuge verdient gemacht.

Es wird nicht erforderlich seyn, die desfalsigen Versuche der Naturforscher hier aufzuführen; man findet darüber fast in jedem physikalischen Werke, und auch in den unten angezeigten Schriften weitere Belehrung.

Hier sollen bloß die Eigenschaften eines brauchbaren Thermometers gezeigt werden. Es soll bestehen

a. aus einer möglichst cylindrischen, mit sehr reinem Quecksilber gefüllten, verschlossenen Glasröhre von ungefähr $\frac{3}{4}$ Linien Durchmesser, mit angeblasener Kugel von verhältnißmäßiger Größe zu jenem Durchmesser. Die Röhre muß vorher von Luft gänzlich befreiet seyn. An diese Röhre wird

b. eine Skale, gewöhnlich von Messing, angebracht, worauf die Theilung in ganze Grade mit aller Sorgfalt bemerkt ist.

Die Eintheilung der Skale beruhet auf der Bestimmung des Gefrier- und des Siedpunktes. Zuerst bringt man die dazu vorgerichtete Thermometer-Röhre in eben gefrierendes Wasser, oder noch besser in schmelzendes Eis, und bemerkt genau den Punkt, wo das Quecksilber in der Röhre stehet. Dieses ist der Gefrierpunkt.

Sodann hängt man es an einer, über einem mit Wasser gefüllten irdenen Topf angebrachten Vorrichtung, an dünnem Bindfaden, dergestalt auf, daß das Wasser bis an die Hälfte der Röhre reiche, und nun bringt man das Wasser zum Sieden. Der Punkt, wo jetzt das Quecksilber stehet, ist der Siedpunkt; er wird mit einem Faden, den man schon vorher um die Röhre gebunden, bezeichnet.

Nun wird die Entfernung des Gefrier- und Siedpunktes nach einer der gewöhnlichsten Skalen getheilet. Die meisten Thermometer haben die Reaumürsche. Reaumür theilte bei seinem Weingeist-Thermometer die Entfernung jener beiden Punkte in 80 gleiche Theile. Der Eispunkt wurde mit 0 bemerkt, und unter diesem noch mehrere Grade verzeichnet, um eine größere Kälte zu beobachten.

Diese, anfänglich nur für Weingeist-Thermometer eingerichtete Skale, wird jedoch jetzt auch bei den meisten Quecksilber-Thermometern angewendet.

In Frankreich bedient man sich sehr häufig der schwedischen oder Celsius'schen Eintheilung in 100 Theile, welche bei verschiedenen Berechnungen bequem befunden, und auch

bei dem oben beschriebenen, zu einem Höhen-Meß-Apparat gehörigen Thermometer gebraucht wird.

Die Fahrenheitsche Eintheilung in 180 Theile ist nur hie und da noch bei den Engländern gewöhnlich, und die De l'Isliſche in 150 Theile findet man höchst selten noch.

§. 10.

Die Hauptsache bei Thermometern, die zu Höhen-Messungen gebraucht werden sollen, ist ihre Uebereinstimmung. Diese kann nur erlangt werden, wenn man

bei der Wahl der Röhren, des Quecksilbers, der Bestimmung des Gefrier- und Siedpunktes, der Eintheilung der Skale,

alle mögliche Vorsicht gebraucht. Weil der Druck der Luft auf die Wärme, und folglich auch auf das Sieden des Wassers Einfluß hat, so muß der Siedpunkt einer Anzahl Thermometer, welche übereinstimmen sollen, bei einerlei Barometerstand bestimmt werden. Dieser muß entweder der mittlere am Meere = 337′ 9″ auch 338′ 0″, oder der mittlere des Ortes, wo man sich befindet, seyn. Der mittlere am Meere dürfte um deswillen vorzuziehen seyn, weil derselbe als Normal-Stand bestimmt und genau genug ausgemittelt ist, welches aber nicht mit dem Barometerstand an allen Orten, wo Thermometer gefertigt werden, der Fall ist.

Man müßte daher Acht haben, wenn das Quecksilber obigen Stand erreicht hätte, und dabei den Siedpunkt bestimmen.

Beobachtete man diese mittlere Barometerhöhe am Meere überall, so ließe sich auch eine Uebereinstimmung der an verschiedenen Orten gefertigten Thermometer erwarten. Freilich würde dies nicht gut an solchen hoch gelegenen Orten möglich seyn, wo das Barometer fast nie jenen Stand erreicht.

Die Fertigung dergleichen Instrumente erfordert eine

gewisse Geschicklichkeit und Kenntniß von deren Gebrauch, und es ist am rathsamsten, sich deshalb an einen geschickten Mechanikus zu wenden, welcher sie von vorzüglicher Brauchbarkeit bereits gefertigt hat.

An der oben beschriebenen Art der, von dem schon erwähnten Mechanikus Winkler gefertigten Barometer und Thermometer, ist wenig mehr zu wünschen übrig. Durch die Vorrichtung mit der beweglichen Skale gewähren sie die Bequemlichkeit, daß die Länge der Quecksilbersäule, welche mit der Luft balancirt, sogleich unmittelbar gefunden wird, ohne daß es, wie bei Gefäß- und Heber-Barometern, wo der Nullpunkt unbeweglich ist, erst durch Addiren und Subtrahiren geschehen muß. Die übrigen Vorzüge dieser Instrumente sind im Allgemeinen schon oben angegeben.

Ein solches Barometer mit zwei Thermometern wurde von Herrn Winkler um den Preis von 30 Thalern gefertigt. Nach dem Tode dieses Mechanikers sind auch mehrere dergleichen Instrumente in der Werkstatt des Hrn. Inspectors Blochmann, von guter Beschaffenheit und um einen billigern Preis, hergestellt worden, und wahrscheinlich können dort auch jetzt noch dergleichen auf Bestellung erlangt werden.

Die Pistor'sche Werkstatt in Berlin ist ebenfalls wegen Fertigung von dergleichen Meß-Apparaten berühmt, und schon sind eine bedeutende Anzahl derselben in mehrern Gegenden Deutschlands vertheilt.

Zweiter Abschnitt.

Kurze Theorie des Höhenmessens mit dem Barometer.

§. 11.

Die Kenntniß von der Schwere, der Elasticität und Dichtigkeit der, die Erde bis zu einer großen Höhe umge-

benden unsichtbaren Flüssigkeit der Luft, hat auf die Höhen-Messung mit dem Barometer geführt. Die Schwere der Luft lernte man hauptsächlich durch die Erfindung des Toricelli, die Elasticität und Dichtigkeit aber durch die Naturforscher Boyle und Mariotte kennen.

Durch die Schwere der Luft auf den kurzen offenen Schenkel wird die, in dem verschlossenen langen Schenkel der heberförmig gebogenen Röhre des Barometers befindliche Quecksilbersäule im Gleichgewicht gehalten, und die Elasticität und Dichtigkeit zeigt sich bei folgendem, von Boyle und Mariotte angestellten Versuche.

Man nimmt nämlich eine heberförmig gebogene, an dem kürzern durchaus gleichweiten Schenkel a zugeschmolzene Glasröhre, Fig. 9., woran die Höhe ab 12 Zoll, der Schenkel cd aber 100 Zoll beträgt.

Sowohl an der Seite des kurzen als langen Schenkels befestiget man senkrecht Maßstäbe efgh, um die Quecksilberhöhen genau beobachten zu können; der Maßstab des langen Schenkels kann auch noch mit einem Schieber versehen seyn, welcher über der Glasröhre bewegt werden kann.

Nun gießt man in den langen Schenkel der Röhre etwas Quecksilber, so daß solches die Krümmung cb ausfüllt, und dadurch die Luft in den kurzen Schenkel eingeschlossen wird.

Wird sodann nach und nach immer mehr Quecksilber in den längern Schenkel gegossen, so findet sich, daß

18, 34, 93 Zoll Quecksilberhöhe in dem längern Schenkel
zu 4, 6, 9 " " " " kürzern "

gehören. Subtrahirt man nun letztere von erstern, und addirt zu den Resten den, auf den langen offenen Schenkel ausgeübt werdenden Druck der Atmosphäre = 28 Zoll, so erhält man die Kräfte, welche die eingeschlossene Luft zusammenpressen, in Quecksilberhöhen ausgedrückt, z. B.

$$18-4,\ 34-6,\ 93-9 = 14,\ 28,\ 84$$
$$14+28,\ 28+28,\ 84+28 = 42,\ 56,\ 112.$$

Diese Zahlen verhalten sich, wie
$1\frac{1}{2}$, 2, 4 oder 3, 4, 8.

Die Lufträume, welche zu diesen Pressungen gehören, sind:

12—4, 12—6, 12—9 = 8, 6, 3.

Der Raum der Luft ist demnach $1\frac{1}{2}$ mal, 2 mal, 4 mal kleiner, als der anfängliche Raum 12, wenn die zusammenpressende Kraft $1\frac{1}{2}$ mal, 2 mal, 4 mal größer, als der Druck der Atmosphäre ist. Nach diesem Gesetz, welches das Mariotte'sche heißt, verhalten sich also, bei gleicher Temperatur, die Dichtigkeiten oder Räume wie die Elasticitäten oder zusammenpressenden Kräfte, und dieses Gesetz haben Mariotte, Bernouilli und Bouguer ebenfalls bei verdünnter Luft bestätigt gefunden.

§. 12.

Damit sich jedoch dieses Gesetz völlig bewähre, ist nothwendig: daß die in ab eingeschlossene Luft vollkommen trocken, und die Röhre selbst völlig ausgetrocknet sey.

Denn der Wasserdunst, welcher der Luft beigemengt seyn könnte, oder der von den Seitenwänden der Röhre ausdünstete, wird durch den Druck nicht nach denselben Gesetzen verdichtet wie die Luft, mithin würde durch seine Beimengung die Bestimmtheit der Wirkungen, welche der Luft allein zukommen, verändert werden.

Um diesem Irrthume zu begegnen, muß man die Röhre austrocknen. Zu dem Ende erwärmt man sie anfänglich stark, und bringt sie hierauf mehrere Tage lang mit einem Rezipienten, RR Fig. 10., in Verbindung, welcher mit recht trockenem Quecksilber gesperrt ist, und in dessen Innern sich salzsaure Kalkerde oder ein anderes Salz befindet, welches begierig Feuchtigkeit anziehet.

Läßt sich nun vermuthen, daß die in dem Rezipienten und der Röhre enthaltene Luft gehörig ausgetrocknet sey, so

nimmt man die Salze heraus, verschließt die untere Oeffnung des Rezipienten mit einer ebenen und matten Glasplatte, welche man unter das Quecksilber gleiten läßt. Hierauf kehrt man den Apparat um. Die unter der Luft zurückgebliebene geringe Menge Quecksilber wird in die Röhre fallen und alle Gemeinschaft zwischen den beiden Schenkeln abcd verschließen, so daß die trockne Luft, welche in dem kürzern Schenkel enthalten ist, nicht wieder feucht werden kann. Hierauf trennt man die Röhre von der Glocke, mißt den ursprünglichen Unterschied des Quecksilbers in den beiden Schenkeln und setzt den Versuch, wie früher beschrieben wurde, fort.

Beobachtet man diese Vorsichtsmaßregeln, so überzeugt man sich, daß das von Mariotte aufgestellte Gesetz vollkommen richtig ist.

§. 13.

Denkt man sich die in Fig. 11. zum Theil bildlich dargestellte Atmosphäre ABCD in verschiedene gleiche, aber so dünne Schichten getheilt, daß angenommen werden kann, die Luft habe einerlei Dichtigkeit in einer und derselben Schicht; so werden sich also, nach dem Mariotteschen Gesetze, die Elasticitäten der Schichten, folglich die Barometerhöhen in diesen Schichten, wie die Dichtigkeiten verhalten, wenn sie nämlich alle von gleicher Temperatur sind.

§. 14.

Da wegen der Schwere der Luft die höhern Luftschichten auf die untern einen Druck ausüben, so müssen die untern Schichten mehr zusammengedrückt oder dichter, und mithin elastischer seyn. Dadurch muß auch das Quecksilber im Barometer in den untern Schichten mehr gedrückt werden, als in den obern, und in der obersten Schicht würde fast aller Druck aufhören, da diese keine Elasticität und eine ungemein geringe Dichtigkeit haben kann.

Hieraus erklärt sich auch, warum das Athmen auf hohen Bergen beschwerlich wird, und die Luftfahrer in beträchtlichen Höhen von Ohnmachten befallen werden.

§. 15.

Wie schon erwähnt worden, so muß das Barometer fallen, wenn man sich von niedrigen nach höhern Gegenden begibt, und dieses Fallen zeigt, wie viel die Luftsäule wiegt, welche man unter sich gelassen hat.

Wäre die Luft in allen Schichten von gleicher Dichtigkeit, so würde das Barometer sogleich die erreichte Höhe angeben. Stünde z. B. das Barometer in der untern Station auf 28 Zoll, und in der höhern auf 27 Zoll 6 Linien, und man wüßte, daß eine Linie Fall des Barometers einer Lufthöhe von 75 Fuß entspräche, so müßte man 6. 75 = 450 Fuß gestiegen seyn.

Allein aus dem Obigen ist bekannt, daß die Dichtigkeit jeder höhern Luftschicht dem verminderten Drucke proportional ist.

§. 16.

Steigt man in der Atmosphäre um immer gleiche Höhen = h, Tab. XXV. Fig. 11., dergestalt, daß der dritte Standpunkt um die Höhe = h über dem zweiten, der vierte um = h über dem dritten u. s. w. liegt, so bilden die in diesen verschiedenen Standpunkten beobachteten Barometerhöhen eine abnehmende geometrische Reihe.

Um dieses deutlicher einzusehen, sey die Höhe = h klein genug, um die Dichtigkeit der Luftsäule von dieser Höhe als überall gleich anzunehmen, und so kann, obgleich eigentlich die Dichtigkeit der Luft nach dem Gesetze der Stätigkeit in unmerklichen Uebergängen abnimmt, die Luft betrachtet werden, als ob sie aus Schichten von der Höhe = h bestände, wovon jede durchaus gleich dicht wäre,

jede höhere aber eine geringere, aber auch überall gleiche Dichtigkeit hätte, als die niedrigere. Nun sey die Dichtigkeit der untersten Schicht = D, die Barometerhöhe im untersten Standpunkte = C, und betrachtet man hier die Dichtigkeit des Quecksilbers als Einheit, oder setzt man das Gewicht der Cubik-Einheit an Quecksilber = 1, so wird das Gewicht einer Luftsäule von der Höhe = h durch hD dargestellt, weil, nach hydrostatischen Gründen, die Gewichte der Körper von gleichem Volumen, aber ungleicher Dichtigkeit, sich wie die Dichtigkeiten verhalten.

Wäre z. B. 1 Cubikzoll die Einheit, so würde das Gewicht einer Quecksilbersäule von h Zoll Höhe über der Basis von 1 Quadratzoll durch = h, und das Gewicht einer Luftsäule über eben der Grundfläche und von gleicher Höhe durch = Dh ausgedrückt.

In der Höhe = h über der untersten Station fällt das Barometer von C auf C — hD, und der Druck in dieser Luftschicht ist nur noch C — hD, also ihre Dichtigkeit

$$\frac{D.(C-hD)}{C}, \text{ indem}$$

$$C : C - h.D = D : \frac{D.(C-h.D)}{C} \text{ ist.}$$

Der Druck der nächsten Schicht von der Höhe = h ist folglich $= \frac{h.D.(C-h.D)}{C}$, und indem man wieder um die Höhe = h steigt, fällt das Barometer auf $C - h.D - \frac{h.D.(C-h.D)}{C}$, das ist auf $C - 2h.D + \frac{h^2.D^2}{C} = \frac{(C-h.D)^2}{C}$. Hierdurch wird der Druck dargestellt, den die dritte Luftschicht leidet, und die Dichtigkeit derselben verhält sich daher zu D, wie dieser Druck oder diese

Barometerhöhe zu C; die Dichtigkeit der dritten Schicht ist demnach $= \frac{D.(C-h.D)^2}{C^2}$. Indem man in dieser Schicht von der Höhe = 2h zur Höhe = 3h steigt, bleibt eine Luftsäule vom Gewichte $= \frac{h.D\,(C-h.D)^2}{C^2}$ zurück, und das Barometer, welches in der Höhe = 2h noch auf $\frac{(C-h.D)^2}{C}$ stand, fällt in 3h auf $\frac{(C-h.D)^2}{C}$ $- \frac{h.D\,(C-h.D)^2}{C^2} = \frac{(C-h.D)^3}{C^2}$, in der Höhe $= 4h$ auf $\frac{(C-h.D)^4}{C^3}$, in der Höhe = nh auf $= \frac{(C-h.D)^n}{C^{n-1}}$.

Dieses ist nicht nur einleuchtend, wenn man eine Schicht von der Höhe = h als durchaus gleich dicht betrachtet, sondern auch, wenn man mehrere solcher Schichten zusammen nimmt und um größere Höhen = H = n.h steigt. Denn es ist

in der Höhe = 0 die Barometerhöhe = C

in der Höhe = H = n.h die Barometerhöhe

$$= C\left(\frac{C-h.D}{C}\right)^n$$

in der Höhe = 2H = 2nh die Barometerhöhe

$$= C\left(\frac{C-h.D}{C}\right)^{2n}$$

in der Höhe = 3H = 3nh die Barometerhöhe

$$= C\left(\frac{C-h.D}{C}\right)^{3n}$$

in der Höhe = mH = mnh die Barometerhöhe

$$= C\left(\frac{C-h.D}{C}\right)^{m.n}$$

Die Höhe H kann also eine Menge kleiner Schichten in sich schließen, und die Barometerhöhen, die in den

Höhen = 0 = H, 2H, 3H u. s. w. beobachtet worden, bilden eine geometrische Reihe mit dem Exponenten
$= \frac{C - h.D}{C} = 1 - \frac{h.D}{C}$.

§. 17.

Man kann mit Gewißheit annehmen, daß das gefundene Gesetz wirklich in der Atmosphäre Statt findet, indem Schichten von sehr unbedeutender Höhe zuverläßig als gleichförmig dicht angesehen werden können, und da man unter n eine sehr große Zahl verstehen, demnach eine große Menge Schichten zusammen nehmen darf, so entstehen Regeln, die obige Betrachtungen anwendbar machen, ohne daß man nöthig hat, die einzelnen Höhen = h jener, als gleich dicht angenommenen Schichten zu kennen.

§. 18.

Wenn man weiß, um welche Höhe = H man von dem Orte, wo die Barometerhöhe = C ist, steigen muß, damit die Barometerhöhe sich auf = l vermindere; so läßt sich mit Hülfe obiger Formeln allgemein bestimmen, um welche Höhe = x man von jenem Orte an steigen müsse, wenn die Barometerhöhe sich bis auf p vermindern soll.

Es war nämlich nach obiger Formel
für die Höhe = 0 die Barometerhöhe = C
für die Höhe = H die Barometerhöhe

$$= C \left(\frac{C - h.D}{C}\right)^{n}$$

für die Höhe = m.H die Barometerhöhe

$$= C \left(\frac{C - h.D}{C}\right)^{m.n}$$

Hat sich also bei der Beobachtung in der Höhe = H die Barometerhöhe = l gefunden, so ist $l = C \left(\frac{C - h.D}{C}\right)^{n}$,

also $\left(\frac{C - h. D}{C}\right)^n = \frac{l}{C}$, und folglich entspricht die Barometerhöhe $= C. \frac{l^m}{C^m}$ jeder Höhe $= m. H$ über dem Punkte, von dem man ausging. Setzt man für $C. \frac{l^m}{C^m}$ die in unbekannter Höhe beobachtete Barometerhöhe $= p$, so ist

$$\left(\frac{l}{C}\right)^m = \frac{p}{C} \text{ oder } m \log. \frac{l}{C} = \log. \frac{p}{C}$$

also $m = \frac{\log. p. - \log. C}{\log. l - \log. C} = \frac{\log. C - \log. p}{\log. C - \log. l}$, und die für diesen Barometerstand $= p$ gehörige Höhe über dem anfänglichen Standpunkte ist

$$x = mH = \frac{H}{\log. C - \log. l} (\log. C - \log. p).$$

Bei einem andern Barometerstande $= q$ fände man die Höhe y über dem Orte, wo der Barometerstand C war:

$$y = \frac{H (\log. C - \log. q)}{(\log. C - \log. l)}.$$

Mithin wäre der Höhenunterschied beider Orte, wo die Barometerstände p und q sind,

$$x - y = \frac{H}{\log. C - \log. l} (\log. q - \log. p)$$

$$= \frac{H}{\log. \frac{C}{l}} \log. \frac{q}{p},$$

welches die allgemein brauchbare Formel für alle Höhenmessungen ist, so lange die Dichtigkeit der Luft als bloß vom Druck abhängig betrachtet wird.

§. 19.

$\frac{H}{\log. \frac{C}{l}}$ ist ein beständiger Coefficient für alle einzelnen Bestimmungen.

Nimmt

Nimmt man nun ungefähr an, daß das Barometer von 28 Zoll = 336 Linien = C auf 27 Zoll 11 Linien = 335 Linien = l falle, wenn man 75 Fuß = H steigt, so ist $\frac{H}{\log.\frac{C}{l}} = \frac{75}{\log.\frac{336}{335}} = \frac{75}{0{,}0012945} = 57937$ Fuß.

Wären diese Zahlen in allen Fällen richtig, so hätte man beim Gebrauch der gewöhnlichen Logarithmen die Höhe $x - y = 57937 \log.\frac{q}{p}$.

§. 20.

Bei dieser Berechnung siehet man, daß jedes Logarithmen-System gebraucht werden kann. Das der natürlichen Logarithmen ist aber vortheilhafter in der Darstellung des beständigen Faktors.

In dem System der natürlichen Logarithmen ist $\log.\,\text{nat.}\,(1 + \frac{1}{n})$ desto näher $= \frac{1}{n}$, je kleiner dieser Bruch wird. Wendet man nun diese Eigenschaft auf die Barometerhöhen l und C an, welche sehr wenig verschieden seyn sollen, und nimmt $C = l + \lambda$, wo aber λ sehr klein ist, so erhält man nach den im 18. §. dargestellten logarithmischen Formeln

$$x - y = \frac{H}{\log.\frac{C}{l}} \log.\frac{q}{p} = \frac{H}{\log.(1 + \frac{\lambda}{l})} \log.\frac{q}{p}.$$

Da man hierbei jedes logarithmische System gebrauchen kann, so kann man auch eben so gut das der natürlichen Logarithmen gebrauchen, und in diesem ist für ein sehr kleines λ

$$\log.\,\text{nat.}\,(1 + \frac{\lambda}{l}) = \frac{\lambda}{l}, \text{ folglich ist } x - y = \frac{H.l}{\lambda} \log.\,\text{nat.}\frac{q}{p}.$$

Damit der Coefficient $\frac{H.l}{\lambda}$ bequemer zu übersehen sey, ist

zu bemerken, daß H die Höhe derjenigen Luftsäule ist, welche bei gleicher Grundfläche eben so viel wiegt, als die Quecksilbersäule von der Höhe $= \lambda$; denn man mußte bis zur Höhe $= H$ in der Luft hinauf steigen, damit das Barometer von $= C$ bis auf $= l$, nämlich um die Höhe $= C - l = \lambda$ fiel. Nehmen wir also die Luftsäule von der Höhe $= H$ als überall gleich dicht an, und wird durch D die Zahl, welche das Verhältniß der Dichtigkeit der Luft zur Dichtigkeit des Quecksilbers bezeichnet, ausgedrückt, so daß jene zu dieser wie $D : 1$ ist; so wiegt die Luftmasse $= H.D$ eben so viel, als die Quecksilbermasse $= \lambda$; oder weil die Quecksilbersäule $= \lambda$ so viel als die Luftsäule, deren Volumen oder Höhe $= H$ ist, wiegt, so hat man:

Dichtigkeit der Luft zur Dichtigkeit des Quecksilbers wie λ zu H, nämlich $H = \frac{\lambda}{H}$.

Es kann also jener Coefficient durch $\frac{H.l}{\lambda} = \frac{1}{D}$ ausgedrückt werden, und stellt die Höhe einer Luftsäule von der gleichförmigen Dichtigkeit $= D$ dar, welche eben so viel als die ganze Quecksilbersäule $= l$ wiegt.

Nähme man das Quecksilber 10000 mal so dicht als die Luft an, so würde für $l = 28$ Zoll $= 2\frac{1}{3}$ Fuß, $\frac{l}{D} = \frac{2\frac{1}{3}}{\frac{1}{10000}} = 23333$ Fuß, und eine so hohe Luftsäule von der überall gleichen Dichtigkeit $= D = \frac{1}{10000}$ würde eben so gut, als die wirkliche sich oberwärts verdünnende viel höhere Luftsäule, der Quecksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht halten.

Will man sich also der natürlichen Logarithmen bedienen, so ist die Höhe $x - y = \frac{l}{D} \log. \text{nat.} \frac{q}{p}$, und $\frac{l}{D}$ ist im Allgemeinen die Höhe der Luftsäule von der Dich-

tigkeit $= D$, welche der Quecksilbersäule $= l$ das Gleichgewicht hält.

Da die Dichtigkeit der Barometerhöhe proportional ist, so hat man bei sonst gleichen Umständen für eine andere Barometerhöhe $= l'$, die Dichtigkeit $D' = \frac{l'D}{l}$, also $\frac{l'}{D'} = \frac{l}{D}$; die Barometerhöhe $= l$ kann also irgend einen andern Werth haben, wenn nur die dazu gehörige richtige Dichtigkeit $= D$ angenommen wird.

§. 21.

Bisher wurde die Dichtigkeit der Luft als bloß vom Drucke abhängig betrachtet, und man nahm an, daß die Luft sowohl als das Quecksilber 0 Grad Temperatur habe. Allein es ereignet sich selten, daß bei dieser Temperatur Barometer-Messungen angestellt werden, und es sind daher wegen größerer oder geringerer Wärme Correctionen nöthig.

Wie schon oben erwähnt worden, dehnen sich alle Körper bei zunehmender Wärme aus, und eben diese Erscheinung hat zuerst darauf geführt, die Unterschiede der Wärme, vermittels des Thermometers, welches die Ausdehnung des Quecksilbers angibt, zu bestimmen.

Bei Bestimmung der Höhen, vermittels des Barometers, wirkt der Einfluß der Wärme auf zweierlei Weise. Es ist erstlich nicht einerlei, ob man denselben Druck der Luft mit wärmerem oder kälterm Quecksilber abwiegt; denn bei zunehmender Wärme dehnt sich das Quecksilber in einem größern Raum aus, nimmt also eine geringere Dichtigkeit an, und eine sonst gleiche Quecksilbersäule von 28 Zoll Höhe wiegt weniger, wenn sie wärmer ist. Zweitens ist die Ausdehnung der Luft bei zunehmender Wärme noch größer, als die des Quecksilbers, weil jene weniger dicht ist.

§. 22.

Aus vorigem §. ergibt sich, daß die Dichtigkeit des Quecksilbers nicht immer gleich ist, und selbige nur bei der Temperatur des gefrierenden Wassers als Einheit zum Maße der Dichtigkeiten angenommen werden kann.

Nach den, von Laplace und andern Naturforschern gemachten Erfahrungen, ändert das Quecksilber seine Dichtigkeit um $\frac{1}{5412}$, wenn die Wärme sich um 1 Grad des hundertheiligen Quecksilber-Thermometers ändert. Die Herren Dulong und Petit haben aber durch die genauesten Untersuchungen, welche darüber anzustellen nur möglich gewesen, gefunden: daß die Ausdehnung des Quecksilbers bei jedem Grade des hundertheiligen Thermometers $= \frac{1}{5550}$ oder 0,0001802 beträgt; man hat daher dieses jetzt überall für richtig geltende Verhältniß auch hier angenommen.

Wenn also die Barometerhöhe bei einer Wärme = m Graden des hundertheiligen Thermometers = l gefunden, so würde das Quecksilber bei 0 Graden nur eine Säule von der Länge $= l - \frac{m}{5550} l$ betragen haben. Es sey z. B. die Quecksilbersäule bei 10 Centigr. Wärme = 28 Zoll, so zieht sie sich bei übrigens gleichem Druck der Luft, aber 0° Temperatur auf $= 28 - \frac{10}{5550} . 28 = 28{,}00 - 0{,}05 = 27{,}95$ Zoll zusammen.

Auf diese Weise lassen sich die Barometerstände auf eine gleiche Temperatur reduciren. Um dergleichen Reductionen zu erleichtern, habe ich die weiter unten beschriebene Tafel entworfen, durch welche die Berechnungen der Höhen nach Barometer-Beobachtungen sehr abgekürzt werden.

§. 23.

Eben so behält auch die Luft bei gleichem Drucke, aber verschiedener Wärme, nicht dieselbe Dichtigkeit, und man kann sich hiervon durch ein sogenanntes Luft-Thermometer, wie Drebbel es zuerst erfunden und oben beschrie-

ben worden, überzeugen. Bei zunehmender Wärme der in der Kugel befindlichen Luft, aber sonst gleichem Drucke auf den offenen Theil der Röhre, wächst die Elastizität der Luft, und daher wird das in derselben befindliche Wasser oder Quecksilber herabgedrückt, wogegen es steigt, wenn die Wärme abnimmt.

Diesem gemäß wird also in der ganzen, von der Erde bis an die äußerste Grenze des Luftkreises sich erstreckenden Luftsäule, die von oben nach unten allmälig zunehmende Verdichtung nicht mehr nach Verhältniß des Druckes wachsen, sondern da in der Nähe der Erde die Wärme größer ist, als in beträchtlichen Höhen, so wird die untere Luft sich nicht ganz so zusammenpressen lassen, als es bei minderer Erwärmung geschehen würde.

Sind die Barometer in der vertikalen Luftsäule A C zwischen dem Fuße und der Spitze eines Berges AB Fig. 12. in A und B aufgestellt, so trägt noch immer die Quecksilberfläche des untern Barometers die ganze, oberhalb A stehende Luftsäule Ac und das Barometer in B gibt den Druck der oberhalb B stehenden Luftsäule Bc′ an; aber der Raum BA enthält, wenn die Wärme nach unten hin zunimmt, eine geringere Luftmasse, weil ihre Elastizität gleichsam den übrigen Theil der Luftmasse, welcher nach den einfachen Gesetzen des Druckes bei gleichförmiger Wärme sich zwischen A und B befinden würde, hinauf gedrängt hat. Mithin muß bei größerer Wärme die Luftsäule AB weniger wiegen, und folglich einen geringern Unterschied der Barometerstände veranlassen.

Anmerkung: Bei Bestimmung der Höhen der Berge können zwar die Barometer nicht in einer und derselben vertikalen Luftsäule, welche gemessen werden soll, aufgestellt werden; allein man kann gewiß annehmen, daß, da die Luft die Erde allenthalben umschließt, sie auch (wenn die horizontale Entfernung der beiden beobachtet werdenden Instrumente nicht

zu groß ist) im Gleichgewicht, und bei obigem Beispiele, die Luftsäule B c′ der Luftsäule B c gleich zu achten sey.

§. 24.

Ueber die Dichtigkeit der Luft hat Biot sehr sorgfältige Versuche angestellt und gefunden, daß diese Dichtigkeit bei 28 pariser Zoll Barometerstand und der Temperatur des gefrierenden Wassers $= \frac{1}{10494,9}$ der Dichtigkeit des Quecksilbers ist. Man hat also für diese Temperatur, und wenn $l = 28$ Zoll pariser Maß ist, $D = \frac{1}{10494,9}$, und eine gleichförmig dichte Luftsäule von 0° Wärme würde, bei 24488 pariser Fuß Höhe, der Quecksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht halten. Demnach wäre $\frac{1}{D} = \frac{2\frac{1}{3} \text{ Fuß}}{\frac{1}{10494,9}} = 24488$ pariser Fuß der Coefficient, mit welchem der natürliche Logarithme in §. 20. multipliciret werden müßte.

Laplace meint aber, daß $D = \frac{1}{10506,2}$ zu setzen wäre, weil die Luft im Freien allemal feucht sey und weniger wiege, als die ausgetrocknete, deren Biot und Arrago sich bei den Versuchen bedienten; auch hat Ramond durch viele Beobachtungen diese Dichtigkeit so gefunden, wie sie im Freien bei 28 Zoll Barometerhöhe und 0 Grad Temperatur beschaffen ist. Wird nun der Werth von D so angenommen, so ist $\frac{1}{D} = \frac{2\frac{1}{3} \text{ Fuß}}{\frac{1}{10506,2}} = 24514$ pariser Fuß, welches der wegen der Feuchtigkeit der Luft verbesserte Coefficient ist, womit der natürliche Logarithme zu multipliciren seyn würde.

Für brigg'sche oder gemeine Logarithmen wird der Coefficient dadurch gefunden: daß man den für natürliche

Logarithmen erhaltenen, nämlich hier 24514, mit dem Modul der gemeinen Logarithmen = 2.302585 multiplicirt, wodurch sich 56445,6 pariser Fuß = 9407,6 Toisen ergeben.

§. 25.

Bei jedem Grade des hunderttheiligen Thermometers dehnt sich die Luft um 0,00375 oder $\frac{10}{2666}$ ihres Volumens aus; mithin ist für jede gegebne Temperatur = m Centigraden die Dichtigkeit

$$= \left(1 \frac{m}{266,6}\right) D = (1 - m . 0,00375) . \frac{1}{10506,2};$$

und zu 28 Zoll Barometerhöhe würde bei m Graden Wärme, der Werth von $\frac{1}{D} = \frac{24514}{1 - m . 0,00375}$ pariser Fuß geben.

So ergeben sich z. B. bei 10 Graden Wärme und obigem Barometerstande für $\frac{1}{D} = \frac{24514}{1 - 10 . 0,00375} = \frac{24514}{0,96250}$

$$= \frac{24514.00000}{96250} = 25469 \text{ pariser Fuß.}$$

Für brigg'sche Logarithmen wurde in diesem Beispiele der Coefficient = 9773,7 oder 9774 Toisen = 58642,3 pariser Fuß seyn, welcher sich, auf die im vorigen §. angegebne Art, durch die Multiplication der 25469 mit dem Modul der gemeinen oder brigg'schen Logarithmen = 2.302585 ergibt.

Da man gewöhnlich mit brigg'schen Logarithmen rechnet, so hat man auch den dafür gefundenen Coefficienten anzuwenden. Der oben angegebne war = 9407,6, einen diesem ganz nahe kommenden hat man auch durch folgendes Verfahren erhalten.

Man untersuchte, wie viel man bei der Temperatur von 0 Grad oder bei der Kälte des gefrierenden Wassers steigen muß, damit das Barometer z. B. von 28 Zoll auf 27,99 Zoll falle, und es fand sich eine Höhe von 8,755

pariser Fuß. Hiernach ist die in §§. 18. 19. aufgestellte Formel für natürliche Logarithmen

$$x - y = \frac{8{,}755}{\log. \frac{28}{27{,}99}} \log. \frac{q}{p}, = \frac{8{,}755}{0.0003572} \log. \frac{q}{p},$$

$$= 24514 \log. \frac{q}{p};$$

und für brigg'sche Logarithmen

$$x - y = \frac{8{,}755}{0{,}0001551} \log. \frac{q}{p} = 56447{,}5 \log. \frac{q}{p}$$

$$= 9407{,}9 \log. \frac{q}{p},$$

wenn die Beobachtung bei 0 Grad Temperatur angestellt worden.

Um sich zu überzeugen, daß die für ein Sinken des Quecksilbers von 0,01 Zoll angegebne Höhe von 8,755 pariser Fuß genau das Mittel von mehrern Untersuchungen ist; so darf man nur mit dem Unterschiede der Logarithmen, entweder der natürlichen oder gemeinen der beiden Barometerstände, die Coefficienten 24514 und 56447,5 multipliciren. So ist z. B. log. nat. von 28,00 Zoll = 3.3322043 und von 27,99 Zoll = 3.3318471, daher der Unterschied = 0.0003572, diesen mit 24514 multiplicirt gibt = 8,756; und log. brigg. von 28,00 = 1.4471580, von 27,99 = 1.4470029, daher der Unterschied = 0.0001551, diesen mit 56445,6 multiplicirt gibt = 8,754.

Biot hat durch sehr sorgfältige Beobachtungen gefunden: daß man 32 Fuß 3 Zoll 10,6 Linien pariser Maß steigen muß, wenn das Barometer 0,443296 pariser Linien fallen soll. Berechnet man hiernach das Steigen des Beobachters für 0,12 Linien = 0,01 Zoll, so ergeben sich ebenfalls 8,756 pariser Fuß; mithin sind obige 8,755 das Mittel zwischen 8,754 und 8,756, und der Wahrheit am nächsten.

Mit Hülfe der oben aufgestellten Formel

$9407{,}9 \log. \text{brigg.} \frac{q}{p}$ oder der mit natürlichen Logarithmen $= 24514 \log. \text{nat.} \frac{q}{p}$

ist man im Stande, aus gegebnen, gleichzeitig an zwei Orten beobachteten Barometerständen und Temperaturen, die senkrechte Höhe des einen über den andern, annähernd zu bestimmen, wenn man nur beide Quecksilberhöhen oben und unten, auf einerlei Temperatur oder auf 0° reducirt, um auf diese Weise die Höhe der Quecksilbersäule von der als Einheit angenommenen Dichtigkeit zu haben.

Allein diese gefundene, annähernde Höhe bedarf nicht nur wegen der Temperatur der Luftsäule zwischen beiden Barometern, sondern auch wegen der Schwere der Luft und des Quecksilbers in senkrechter Richtung und wegen der geographischen Breite, noch verschiedener Correctionen, welche sogleich erwähnt werden sollen.

§. 26.

Wegen der in Ansehung der Temperatur der Luft nöthigen Verbesserung, beobachtet man an beiden Orten, deren Höhenunterschied gesucht werden soll, die in freier Luft aufgehängten Thermometer, und nimmt aus beiden Temperaturen das arithmetische Mittel für die ganze Luftsäule an.

Eigentlich sollte man die Wärme jedes einzelnen Theiles der, zwischen beiden Orten befindlichen Luftsäule wissen, weil die Luft an der Oberfläche der Erde, besonders in heißen Sommertagen, mehr erhitzt, des Abends und Morgens aber kühler ist, als in einiger Höhe; allein gewöhnlich muß man sich mit jenem Mittel begnügen.

Da man nun weiß, daß sich die Luft bei jedem Wärmegrade um 0,00375 ihres Volumens ausdehnt, so läßt sich leicht bestimmen, wie viel nach den gefundenen Temperaturen die gemessene Luftsäule länger als bei 0 Grad geworden ist.

Ein Beispiel wird solches noch deutlicher machen.

Auf dem Porschberge bei Pillnitz beobachtete ich den 1. Mai 1819 Nachmittags 5 U. 30′ das Barometer zu

325,05 Linien, die Temper. des Quecksilb. 12°, 5 Centigr.,
" " der Luft . . 10°, 0 "

während in Dresden, in Herrn Winklers Wohnung (7,3 Toisen über der Elbe bei der Brücke), die Quecksilberhöhe

334,90 Linien, die Temper. des Quecksilb. 11°, 3 Centigr.
" " der Luft . . 11°, 6 "

gefunden wurde.

Hieraus wird sich die nähernde Höhe folgendermaßen finden lassen:

Reduction der Barometerstände.

log. 325,05 = 2.5119502
log. 12°, 5 = 1.0969100
3.6088602
log. 5550 = 3.7442930
0.8645672 — 1 = log. 0,732

log. 334,90 = 2.5249151
log. 11°, 3 = 1.0530784
3.5779935
log. 5550 = 3.7442930
0.8337005 — 1 = log. 0,682.

Die Barometerhöhen waren = 325,050 und 334,900
die Correction = 0,732 und 0,682

bei 0° wären die Barometerhöhen
gewesen . . . . = 324,318 und 334,218.

Die Temperatur der Luft war oben = 10°,0
unten = 11°,6

das Mittel von beiden = 10°,8. Der Coefficient 9407,9

verwandelt sich also in $9407,9 + \frac{10,8}{266,6} . 9407,9 = 9789$ Toisen, nämlich:

$$\begin{array}{ll} \log. & 10,8 = 1.0334238 \\ \log. & 266,6 = 2.4258601 \\ \hline & 0.6075637 - 2 \\ \log. & 9407,9 = 3.9734927 \\ \hline & 4.5810564 - 2 = 2.5810564 = \log. 381,1 \end{array}$$

und $9407,9 + 381,1 = 9789$ Toisen,

mithin ist die Höhe $= 9789 \log. \text{brigg.} \frac{334,218}{324,318}$

$$\begin{array}{l} \log. \text{brigg.}\ 334,218 = 2.5240298 \\ \log. \text{brigg.}\ 324,318 = 2.5109710 \\ \hline 0.0130588 \times 9789 = 127,8 \end{array}$$

Toisen über dem Beobachtungsorte in Dresden.

Dies sind die Correctionen wegen der Temperatur des Quecksilbers und der Luft. Allein nun bedarf die gefundene Höhe noch der bereits erwähnten Verbesserungen, wegen der Schwere des Quecksilbers und der Luft, in Ansehung der senkrechten Richtung und der geographischen Breite, welche sogleich näher erläutert werden sollen; auch wird späterhin dargethan werden, wie der Feuchtigkeit-Zustand der Luft in Rechnung genommen werden müsse.

§. 27.

Wie bekannt, nimmt die Schwerkraft der Körper wegen der Abplattung der Erde vom Aequator nach den Polen hin, in demselben Verhältniß, wie die Länge der Secunden-Pendel, zu.

Nach der Mécanique céleste von Laplace, hat Borda die Länge des Secunden-Pendels für Paris sehr genau bestimmt, und sie = 0,380644 Toisen gefunden, wobei die beiden Achsen durch den Aequator und die Pole in dem Verhältniß 335:336 oder die Abplattung der Erde

$= \frac{1}{335}$ angenommen, und für den allgemeinen Ausdruck der Länge des Secunden-Pendels

$$0{,}99676 + 0.0056724 \text{ sin. }^2 \text{ latit.}$$

gefunden worden. Wenn nun die Schwerkraft unterm Aequator = 1 gesetzt wird, und man obige für Paris gemachte Bestimmungen durch den Faktor

$$\frac{1}{0.99676 + 0.0056724 \text{ sin. } (48^\circ\ 50'\ 14'')^2}$$

auf den Aequator reducirt, und dieses Produkt wieder mit obigem Ausdruck für die Länge des Secunden-Pendels $= 0.99676 + 0.0056724$ sin. ^{2} latit. multipliciret, so hat man für irgend eine geographische Breite ψ die Länge des Secunden-Pendels

$$= 0^t\ 379419 + 0^t\ 002159 \text{ sin. }^2\ \psi.$$

Da nun, wie gedacht, die Schwerkraft der Körper sich wie die Längen der Pendel verhält, so kann man auch, wenn g und g′ die Schweren der Körper zweier Orte unter verschiedener Breite, l und l′ aber die Längen der Pendel an diesen Orten bezeichnen

$$\frac{g}{g'} = \frac{l}{l'} = \frac{0.379419 + 0.002159 \text{ sin. }^2\ \psi}{0.379419 + 0.002159 \text{ sin. }^2\ \psi} \text{ setzen.}$$

Ist also der Coefficient = 9407,9 für den Parallel-Kreis von 45° bestimmt und demnach $\psi = 45^\circ$, so hat man

$$\frac{g}{g'} = \frac{0.379419 + 0.002159 \text{ sin. } (45^\circ)^2}{0.379419 + 0.002159 \text{ sin. }^2\ \psi'}$$

$$= \frac{0.3804985}{0.3804985 - 0.0010795 \text{ Cos. } 2\ \psi'}$$

$$= \frac{1}{1 - 0.002837 \text{ Cos. } 2\ \psi'}$$

$$= 1 + 0.002837 \text{ Cos. } 2\ \psi'$$

§. 28.

Die Schwerkraft der Körper in senkrechter Richtung vermindert sich, je nachdem man in der Atmosphäre steigt, so daß die Luftsäule zwischen den beiden Stationen einer geringern Schwerkraft, als am Meere, unterworfen ist. Die Dichtigkeit der Luftsäule ist demnach geringer, als vorausgesetzt worden, und mithin muß die Länge derselben größer, als bei durchgängig gleicher Schwerkraft seyn.

Die Schwerkraft oder Schwere der Körper nimmt im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde ab; allein da der Erd-Halbmesser gegen die Höhen, welche wir erreichen können, sehr groß ist, so kann jene Abnahme betrachtet werden, als wenn sie nach einer arithmetischen Progression geschähe. Denn es mögen a, a', a'', a''' u. s. w. Höhen über dem Meere bedeuten, welche in arithmetischer Progression zunehmen; r sey der Erd-Halbmesser, so werden die zu diesen Höhen gehörenden Schwerkräfte durch die Reihe $(r+a''')^2$, $(r+a'')^2$, $(r+a')^2$, $(r+a)^2$ dargestellt werden können. Erhebt man nun diese Höhen zum Quadrat und berücksichtigt, daß die Glieder, welche r nicht enthalten, vernachlässiget werden können, weil sie im Verhältniß zu r^2 und ar sehr klein sind, und dividirt endlich mit r^2, so wird die Reihe $1+\frac{2a'''}{r}$, $1+\frac{2a''}{r}$, $1+\frac{2a'}{r}$, $1+\frac{2a}{r}$. Die Differenzen der Glieder sind $\frac{2}{r}(a'''-a'')$, $\frac{2}{r}(a''-a')$ u. s. w., und da nach der Voraussetzung $a'''-a''$ $=a''-a'=a'-a$ ist; so sind die Unterschiede gleich, und folglich ist die Reihe eine arithmetische Progression. Diesemnach kann angenommen werden, daß die Luftsäule in allen ihren Theilen einer gleichen Wirkung der Schwerkraft, wie in der Mitte ihrer Länge, unterworfen ist.

Nimmt man nun die Schwerkraft am Meere zur Einheit an, und bezeichnet mit

a die Höhe der untern Station über dem Meere,
r den Erd-Radius (= 3266320 Toisen, oder auch = 3270000 Toisen),
z die unverbesserte Länge der zu bestimmenden Luftsäule,
x die wahre Länge dieser Säule;

so ist obiger Annahme zu Folge $x = z \left(\frac{r + a + \frac{z}{2}}{r}\right)$

$= z \left(\frac{1 + 2a + z}{r}\right)$. Gesetzt z wäre 600 und a 300 Toisen, so wäre

$$x = \left[600 \left(1 + \frac{600 + 600}{3270000}\right)\right] = 600 + 0{,}00036$$

= 600,00036 Toisen, wobei also, wie vorerwähnt, die Schwerkraft in der Luftsäule = z durchgängig wie in ihrer Mitte angenommen worden.

Die Höhe der untern Station über dem Meere (= a) kann leicht annähernd durch den Barometerstand an dieser Station gefunden werden, welches zu obiger Bestimmung hinreicht.

Ist die untere Station am Meere selbst, so ist

$x = z + \frac{z^2}{r}$, und wenn z = 600 Toisen ist, so hat man

$$x = 600 + \frac{600^2}{3270000} = 600 + 0{,}11 = 600{,}11 \text{ Tois.}$$

Uebrigens kann auch die Correction, wegen der Schwere in senkrechter Richtung, dadurch noch einfacher und hinlänglich genau für alle Fälle, wo die Formel anwendbar ist, gemacht werden, wenn der beständige Coefficient um so viel vermehret wird, als bei Annahme der in den mittlern Regionen der Atmosphäre statt findenden Schwerkraft sich ergibt. Nimmt man zum Beispiel diese mittlere Kraft in der Höhe von 1000 Toisen an, so wird der Coefficient

$$9407{,}9 \left(\frac{3270000 + 1000}{3270000}\right)^2 = 9408{,}5 \text{ Toisen.}$$

Endlich hat Laplace die Correction, wegen der Schwerkraft in senkrechter Richtung, dadurch bewirkt, daß er die Barometerhöhen an beiden Stationen auf einerlei Schwerkraft reducirte. Er bezeichnet nämlich mit a den Erd-Halbmesser, mit g die Schwerkraft in der Entfernung a, mit g′ die Schwerkraft in der Entfernung $a + z$; hiernach wird nun g nicht $= g'$, sondern $g' = g \frac{a^2}{(a+z)a} = g(1 - \frac{2z}{a})$.

Nun sey p und p′ der Druck der Luft, h und h′ die Barometerhöhen in beiden Stationen; so sind die auf einerlei Schwere reducirten Barometerstände

$$h \text{ der untere, und } h' \frac{a^2}{(a+z)^2} = h'\left(1+\frac{z}{a}\right)^{-2}$$

$$= \frac{h'}{\left(1+\frac{z}{a}\right)^2} \text{ der obere.}$$

Da man in der Gleichung, statt des Drucks der Luft an beiden Stationen, die beobachteten Barometerhöhen substituiren kann, so erhält man

$$\log. \frac{p'}{p} = \log. \frac{h\left(1+\frac{z}{a}\right)^2}{h'} = \log. \frac{h}{h'} + 2 \log. \left(1+\frac{z}{a}\right)$$

und nach der Theorie der Logarithmen $\log. \left(1 + \frac{z}{a}\right)$ $= M \left(\frac{z}{a} - \frac{z^2}{2a} \ldots\right)$, wobei aber, da $\frac{z}{a}$ ein sehr kleiner Bruch ist, der erste Ausdruck hinreicht.

M bezeichnet den Modul der brigg'schen Logarithmen $= 0{,}4342945$, mit welchem, wie bekannt, ein natürlicher Logarithmus multiplicirt werden muß, wenn letzterer in einen brigg'schen verwandelt werden soll.

Nun ist aus Obigem bekannt, daß die Abnahme der Schwerkraft nach einer geometrischen Progression geschiehet, auch bei den übrigen Gründen der Formel brigg'sche Loga-

rithmen gebraucht worden, und mithin eine Verwandlung der natürlichen in brigg'sche hier nothwendig ist.

Diese Gleichung also

$$\log. \frac{p}{p'} = \log. \frac{h}{h'} + \frac{z}{a}\, 0{,}868589$$

gibt den Ausdruck für die Reduction der Barometerstände auf einerlei Schwerkraft.

§. 29.

Sollen nun alle, nach vorigen §§. zu Berechnung der Höhen ausgemittelten Größen in eine einzige Formel (wie Laplace und mehrere gethan) gebracht werden, so wird selbige durch 9407,9 tois. $\left[1 + 0{,}002837 \cos. 2\,\psi\right]$

$$\left(1 + \frac{t + t'}{2}\, 0{,}00375\right) . \left[\left(1 + \frac{z}{a}\right) \log. \frac{h}{H} + \frac{z}{a} 0{,}868589\right]$$

darzustellen seyn.

Die von Laplace nach Ramond's sehr genauen Beobachtungen und Untersuchungen aufgestellte Formel, welche in der §. 27. bereits angeführten Mécanique céleste enthalten ist, bestehet in 18336 mètres $(1 + 0{,}002837 \cos. 2\,\psi) . \left(1 + \frac{2\,t + t'}{1000}\right) \left[\left(1 + \frac{z}{a}\right). \log. \left(\frac{h'}{H}\right)\right.$ $\left. + \frac{z}{a}\, 0{,}868589 \right] = 9407{,}7$ tois. $(1 + 0{,}002837 \cos. 2\,\psi)$ u. s. w., oder auch in

$$L\left(\frac{h}{H}\right) 9407.7\,(1 + 0{,}002837 \cos. 2\,\psi) \left(1 + \frac{2\,(t + t')}{1000}\right)$$

$$\left\{\frac{1 + \left(\log. \left(\frac{H}{h}\right) + 0{,}868589\right)\frac{z}{a}}{\log. \frac{h}{H}}\right\}.$$

In dieser Formel bezeichnet $L\left(\frac{h}{H}\right)$ die Logarithmen der beiden Barometerstände oben und unten, h ist der an

an der untern, H der an der obern Station; dieser ist aber bereits auf einerlei Temperatur gebracht und sollte eigentlich durch $h' + h. \left(\frac{T - T'}{5550}\right)$ ausgedrückt werden.

9407,7 Toisen ist der für die Höhe der Atmosphäre gefundene Coefficient. Dieser, mit der Differenz der Logarithmen von beiden Barometerständen multiplicirt, würde die annähernde Höhe = A beider Stationen geben.

Der Ausdruck $(1 + 0{,}002837 \cos. 2\,\psi)$ bezeichnet die Correction wegen der Schwere in Rücksicht der geographischen Breite; multiplicirt man diesen Ausdruck mit der vorläufig gefundenen Höhe, so hat man die corrigirte Höhe, welche man mit A' bezeichnen kann.

Multiplicirt man ferner diese corrigirte Höhe mit $\left(1 + \frac{2\,(t + t')}{1000}\right)$, wegen der Temperatur der Luft, so hat man eine zweite Verbesserung der Höhe, welche A'' heißen mag.

Daß Laplace, wegen der Temperatur der Luft, $1 + \frac{2\,(t + t')}{1000} = 1 + \frac{t + t'}{500}$, statt $1 + \frac{t + t'}{2}$ gesetzt hat, ist mit Rücksicht auf den Feuchtigkeit-Zustand der Luft geschehen; denn der der Luft beigemengte Wasserdunst ist leichter als die Luft, und die Zunahme der Wärme vermehret die Menge des Wasserdunstes, letzterer aber vermindert die Dichtigkeit der Luftsäule zwischen beiden Barometern. Da nun aber diese Verminderung nicht für alle Fälle durch eine allgemeine Regel darstellbar ist, so hat Laplace jene hygrometrische Correction bei der Correction wegen der Temperatur der Luft mit angebracht, welches mit den Erfahrungen sehr gut übereinstimmt.

Durch $(1 + \frac{z}{a})$. log. $\left(\frac{h'}{H}\right) + \frac{z}{a}\ 0.868589$ oder auch

durch $\left\{\frac{1 + \left[\log.\left(\frac{H}{h}\right) + 0{,}868589\right]\frac{z}{a}}{\log.\frac{h}{H}}\right\}$ wird nach

§. 27. die Verbesserung der Höhe, wegen der Schwere in senkrechter Richtung, ausgedrückt. Multiplicirt man die, nach gehöriger Entwickelung obiger Glieder der Formel, erhaltene Größe mit (A''), so erhält man die wirkliche Höhe = A'''.

§. 30.

Man sieht aus der, im vorigen Paragraph ausgestellten Höhen-Formel, wie viel Bestimmungen vorhergehen mußten, ehe selbige allgemein brauchbar werden konnte.

Sie ist indessen auch etwas weitläufig, und ihre Benutzung bei Berechnung mehrerer Höhen würde mit vielen Schwierigkeiten verbunden gewesen seyn, wenn man nicht darauf Bedacht genommen hätte, sie abzukürzen.

Mehrere haben versucht, durch Reduction dieser Formel auf weniger Glieder, den Kalkul zu erleichtern, und darunter sind diese:

$$9407{,}7\left\{\log.h - \frac{\frac{T-T'}{4330}\,h}{h'}\right\}.\frac{t+t'}{420}$$ nach Parrot,

oder

$$9437\left(1+\frac{t+t'}{400}\right)\log.\frac{h'}{H}$$ nach Lindenau

(die Temperaturen sind nach Reaumürschen Graden.)

die einfachsten.

Allein immer müssen dabei Logarithmen-Tafeln gebraucht werden, welche zwar jetzt in sehr kleinem Format zu haben sind, die aber doch noch nicht die Bequemlichkeit und Vortheile bei der Berechnung geben, als die von verschiedenen Autoren entworfenen Hülfs-Tafeln.

Unter letztern habe ich aber keine so bequem gefunden,

als die von Jabbo Oltmanns im Jahre 1809 in Paris herausgegebenen

Tables hypsométriques ou Tables auxiliaires pour le calcul des hauteurs à l'aide du baromètre, d'après la formule de M. la Place.

Sie geben ganz dieselben Resultate, als die Laplacische Formel, wenn deren Glieder einzeln entwickelt würden; beschleunigen aber die Berechnung, daß nur einige Minuten zu einer Höhe nöthig sind, während jenes Verfahren wohl eine Stunde erfordert.

Nach Oltmann kann man die obige Formel von Laplace in folgende verwandeln:

$$Z = 9407{,}7 \text{ Tois.} (\log. h' - H) (1 + 0{,}002837 \cos. 2\psi) \left(1 + \frac{t + t'}{500}\right) \left(\frac{1 + \log. \frac{H}{h} + 0{,}868589}{327}\right)$$

hier bezeichnet Z die zu findende Höhe.

Nun setze man nach seiner Erläuterung

$$9407{,}7 (\log. h' - \log. H) = A \text{ (I)} \quad \frac{t + t'}{500} = A' \text{ (II)}$$

$$0{,}002837 \cos. 2\psi (A + A') = A'' \text{ (III)}$$

$$\frac{\frac{A}{9407{,}7} + 0{,}868589}{327} \left\{A + A' + A''\right\} = A''' \text{ (IV)}$$

so hat man vollkommen so genau als die Grundformel ist:

$$Z = A + A' + A'' + A''' = A^{IV} \text{ (V)}.$$

Diese Formel läßt sich jedoch noch bedeutend abkürzen, ohne im mindesten etwas an Genauigkeit zu verlieren. Man setze nämlich in (IV) $\frac{A + A' + A''}{10000}$ statt $\frac{A}{9407{,}7}$, so erhält man $\frac{A + A' + A'' 8686}{3270000} \left\{A + A' + A''\right\}$.

Erwägt man ferner, daß A'' für 3000 Toisen nur 9 Toisen ausmacht, so wird man, ohne mehr als zwei Zoll

an Genauigkeit zu verlieren, statt (III) und (IV) setzen können: $\left\{0{,}002837 \cos.\psi \frac{A+A'+8686}{3270000}\right\} A+A'$ und dann

$$Z = A \pm A' + (A' + A'')$$

H wird eigentlich nicht unmittelbar beobachtet, sondern es ist (wie bereits §. 28. erwähnt worden) der, wegen der verschiedenen Temperaturen verbesserte Barometerstand, und also $= h' + h. \frac{T-T'}{5550}$; denn ehe der Höhen-Unterschied beider Stationen durch den Stand des Quecksilbers gesucht werden konnte, mußte dasselbe erst auf einerlei Temperatur gebracht werden.

Man kann, wie Oltmann, diese Verbesserung nicht an der Zahl, sondern an den Logarithmen vornehmen, und man findet durch $\triangle \log. h = \frac{M.\,0{,}94077}{5412} \triangle (T'-T)$, wo $\triangle$ die Veränderung des Logarithmen von h und M den Modul des Logarithmen-Systems bezeichnet. Demnach ist $\log. H = \log. h. + \triangle \log. h.$

Nach obiger, der Laplaceschen Formel gegebenen Form, sind also folgende vier Tafeln entstanden:

I. Die erste gibt die brigg'schen Logarithmen mit 0,94077 oder bequemer mit 9407,7 multiplicirt, und unter der Rubrik: Correction der Logarithmen, die vorerwähnte Reduction des Quecksilbers auf einerlei Temperatur $\frac{M.\,0.94077}{5550} \triangle (T'-T) = \triangle \log. h.$

II. Die zweite Tafel gibt die Verbesserung der genäherten Höhe A, die man durch die erste Tafel gefunden hat. Die beiden Argumente sind: die Summe der Thermometerstände $= t + t'$ und A. Hierdurch wird der Einfluß der Temperatur auf die über einander liegenden Luftschichten verbessert.

III. Die dritte Tafel zeigt die Verbesserung wegen

der geographischen Breite, weil der Coefficient 9407,7 nur für den Parallel-Kreis von 45° gilt.

Die Argumente hierbei sind ψ und $A + A'$.

IV. Die vierte Tafel hat kein anderes Argument als $A + A' + A''$, weil man obigen Ausdruck $\left\{\frac{A}{9407,7} \text{ in IV.}\right\}$ wegen der Schwere in senkrechter Richtung, ohne Nachtheil in $\frac{A + A' + A''}{10000}$ verwandeln kann.

Dies sind die vier Tafeln; sie können aber, durch die bereits oben angegebene Abkürzung der Formel, für den gewöhnlichen Gebrauch auf drei reducirt werden, deren Anwendung sogleich gezeigt und durch ein Beispiel erläutert werden soll.

Gebrauch der hypsometrischen Tafeln.

§. 31.

Es sey wie oben in der Darstellung der Formel:

h die Höhe des Barometers
T die Temperatur des Quecksilbers } in der obern Station,
t die Temperatur der Luft
h' die Höhe des Barometers
T' die Temperatur des Quecksilbers } in der untern Station,
t' die Temperatur der Luft
ψ die geographische Breite des Beobachtung-Ortes,
Z die Höhen-Differenz beider Stationen,
so findet man Z auf folgende Art:

1) Man suche in Tafel I. die korrespondirenden Logarithmen zu h' und h, und die Veränderung des korrespondirenden Logarithmen zu $T' - T$. Letztere findet sich an der Seite der Tafel I. unter dem Titel: Correction der Logarithmen $(T' - T)$. Der Logarithme von h,

welcher (nachdem T' — T positiv oder negativ ist) vermehrt oder vermindert worden, wird von den zu h' gehörigen Logarithmen abgezogen; die Differenz gibt die genäherte Höhe A, wobei die letzte Ziffer als eine Decimale betrachtet wird *).

2) In der Tafel II. sucht man in der senkrechten Colonne mit A und in der horizontalen Colonne mit t' + t die denselben entsprechende Correction A.

Sie ist positiv, wenn t' + t positiv ist, und negativ im Gegenfall; im Allgemeinen haben A und t' + t ein und dasselbe Zeichen.

Die Proportional-Theile für die Decimalen der Thermometerstände oder für t' + t sind auf derselben Seite anzutreffen.

Man sucht daher in Tafel II. mit A und t' + t, und den Decimalen von t' + t die entsprechende Correction. Die Summe von beiden gibt A'.

3) Mit A ± A' in der senkrechten, und mit ψ in der waagerechten Colonne, sucht man in Tafel III. die Correction A'' + A'''. Sie ist immer additiv. Die Höhen-Differenz beider Stationen = Z ist folglich

$$A \pm A' + (A'' + A''').$$

Einige Beispiele werden eine noch größere Deutlichkeit geben. Herr v. Humbold beobachtete auf dem Chimborasso unter 1° 45' geographischer Breite

$h = 167^{l}, 2, t = -1°,6$ (Centigr.) $T = +10°,0'$

während am Meere

$h' = 337^{l},79, t' = 25°,3$ „ $T' = +25°,3'$

war.

---

*) Die Correction der Logarithmen kann man entbehren, wenn man sich der beigefügten Tafel zur Reduction der Barometerstände auf einerlei Temperatur bedient. Der Gebrauch dieser Tafel wird in folgendem §. erläutert werden.

Demnach $t' + t = 23^\circ,7$; $T' - T = 15^\circ,3$;
$\psi = 1^\circ,45 = 1^\circ,75$ $h' = 337^l,79$ . . 49734 (Tafel I.)
h und $T' - T$ oder $167^l,2$ und $+ 15^\circ,3$ 21116 (Tafel I.)
Unterschied A 2861,8 (genäherte Höhen-Differenz).

A und $t' + t$ gibt $A' = +$ . . . + 135,6 (Tafel II.)
Verbesserung wegen der Temperatur der Luft.

$A + A'$ und ψ oder 2997,4 und $1^\circ,75$
gibt $(A'' + A''')$ = - + 19,2 (Taf. III.)
Verbesserung wegen der geogr. Br. und Verminderung der Schwere.

$Z = A + A' + (A'' + A''')$ . . . 3016,6 Toisen
= 18099,6 pariser Fuß.

Auf solche Weise wird das bereits §. 26. aufgeführte Beispiel vom Porschberge folgendermaßen zu berechnen seyn. In der untern Station h' in Dresden stand das Barometer auf 334,9 Linien; $T' = 11^\circ,3$ (Centigr.) $t' = 11^\circ,6$
in der obern h 325,05 - $T = 12^\circ,5$ - $t = 10^\circ,0$
ψ oder die geogr. Br. ist 51°; mithin nach den Tafeln
334, 9 . . . . . = 49383
325,05 u. $T - T' = -1^\circ,2$ = 48154 *)
122,9 = A
A und $t' + t$ = 5,1 = A' **)
128,0
$A + A'$ und ψ . = 0,38 = $(A'' + A''')$ ***)
mithin
$Z = A + A' + (A'' + A''')$ = 128,38 = 770,2 paris. Fuß über dem Beobachtung-Orte in Dresden.

---

*) Nämlich 325,05 . . = 48163 hiervon
für $T - T'$ oder $12^\circ,5 - 11^\circ,3 = -1^\circ,2$ = 9 abgezogen; weil
(daher wie oben 48154) man gewöhnlich die Temperatur des Barometers in der obern Station auf die Temperatur des Barometers in der untern Station reducirt.

**) Nämlich für 122,9 Tois. und $21^\circ,6$ nach der Tafel II.

***) Für 100 Tois. im 51° der Breite ist die Correction 0,32, demnach für 128 = 0,38 Toisen.

Will man die gefundenen Toisen in Dresdner Fuß verwandeln, so läßt sich solches leicht durch die entworfene Reduction-Tafel, welche wohl keiner weitern Erklärung bedarf, bewerkstelligen.

Obige 128,38 Toisen würden 885,8 Dresdner Fuß betragen. Rechnet man hierzu noch die Höhe des Beobachtung-Ortes = 7,3 Tois. = 50,3 Dresdner Fuß über dem Elbspiegel bei mittlerm Wasserstande unter der Dresdner Brücke, so beträgt die Höhe des Porschberges über erwähntem Elbspiegel

135,68 Toisen = 936,1 Dresdner Fuß.

Zum Schluß dieses §. wird noch der Fall erwähnt, wenn die Temperatur des Barometers auf der obern Station unter 0°, die des Barometers auf der untern Station aber über 0° ist. Z. B. in der obern wäre sie — 0°,8, und in der untern + 1°,5; so müßte man beide Temperaturen addiren, statt sie von einander subtrahiren, um sie auf die untere Temperatur zu bringen. Man hätte daher für + 2°,3 die Correction in der Tafel aufzusuchen und sie zu der, für den obern Stand des Barometers gefundenen Zahl zu addiren, sodann aber diese verbesserte Zahl des obern Standes von der des untern Standes abzuziehen, um die genäherte Höhe zu erhalten.

§. 32.

Aus vorigen Beispielen sieht man, wie sehr die hypsometrischen Tafeln die Berechnung der Höhen erleichtern, und wie bequem sie eingerichtet sind. Auch der reisende Geognost, Physiker ꝛc. wird sie in gegenwärtigem Format bequem mit sich führen können.

Noch eine sehr wesentliche Erleichterung bei dem Berechnen vieler Höhen, und übrigens von großem Nutzen für jeden, der das Barometer beobachtet, und besonders seine Beobachtungen mit den anderwärts gemachten ver-

gleichen will, ist die Reduction der Barometerstände auf einerlei Temperatur.

Es ist sehr zu bedauern, daß in der Vorzeit auf diesen so wichtigen Umstand, nämlich die Temperatur des Quecksilbers im Barometer und deren Reduction auf eine normale, keine Rücksicht genommen worden ist. „So sind (sagt der berühmte Naturforscher Ramond in seinen Abhandlungen über die barometrische Formel der Mécanique céleste) hundert Jahr lange, mit einer bewundernswürdigen Aufopferung und Beharrlichkeit gemachte Beobachtungen, deren Resultate inzwischen besser in die meteorologischen Bücher passen, wirklich für die Wissenschaft verloren, und gewähren dem Physiker, welcher die Erfahrung seiner Vorgänger befragt, nur täuschende Urkunden. Wir wollen suchen, diese Verluste zu den letzten zu machen, und unsern Nachkommen minder verdächtige Vergleichpunkte zu verschaffen.“

Der Zeitpunkt ist gekommen, wo über das Ausdehn-Verhältniß des Quecksilbers wohl schwerlich noch Zweifel obwalten.

Von den 17 Resultaten, welche die Herren Dalton, Cavendish, Deluc, Laplace und Lavoisier, die Englische Commission, Shuckburgh, Dulong und Petit, Gehler, Hallström, Schmidt, Luz, Rosenthal, Roy, Schlögl, Herbert, De l'Isle, Casbois durch ihre Untersuchungen über die Ausdehnung des Quecksilbers erlangt haben, kann man mit gutem Grunde das von Dulong und Petit ausheben, da es gleichsam ein Mittel von mehrern andern ist. Nach diesem Resultate dehnt sich ein Volumen Quecksilber vom Frost- bis zum Siedpunkte um $\frac{1}{55.50}$, daher für einen Grad des hunderttheiligen Thermometers um $\frac{1}{5550}$, und für einen Grad des Reaumür'schen Thermometers um $\frac{1}{4440}$ aus.

Bezeichnet nun l die Länge einer beobachteten Quecksilbersäule, und w deren Wärme oder den Thermometerstand, so hat man hinlänglich genau für gegenwärtigen Zweck, wenn L den auf den 0° Punkt reducirten Barometerstand bedeutet:

$$L = l - \frac{l.w}{5550}.$$

Wäre z. B. l = 165''' und w = 10°, so müßten $\frac{165.10}{5550} = \frac{1650}{5550} = 0{,}297$ paris. Linien von 165''' abgezogen werden, um diesen Stand auf 0° zu reduciren, wodurch 164''',703 entstehen würden.

Bei einer Temperatur unter 0°, z. B. bei — 10° und wo die Quecksilberlänge 164''',703 betrüge, müßten 0'''297 addirt werden, wodurch 165''' entstehen. Hiernach ist nun die beigefügte Reduction-Tafel entworfen worden. Sie enthält, so wie die hypsometrischen Tafeln, die Quecksilberlängen von 165''' bis 344''' und die dafür berechneten Reductionen von 0°,1 bis 30°,0 des hunderttheiligen Thermometers. Es ist hinreichend, die Ausdehnung bis auf 3 Decimalen genau zu kennen, da man die Quecksilbersäule nur bis auf einige hunderttheile am Barometer abnehmen kann.

Einige Anwendungen solcher Reductionen bei Berechnung der Höhen, werden die nöthige Erläuterung geben; bevor jedoch Beispiele gegeben werden, ist noch eine Verbesserung der Barometerstände, wegen Ausdehnung der Barometer-Skale, zu berücksichtigen.

Die hier oben beschriebene Art von Barometern, wonach jetzt die meisten, zu vorliegendem Zweck bestimmten, dergleichen Instrumente gefertigt werden, hat eine ganze, bewegliche Skale von Messing; man muß daher bei Reduction der Beobachtungen auch auf die Ausdehnung der Skale Rücksicht nehmen. Denn hat die Skale eine höhere Temperatur als die Normal-Temperatur ist, so wird

sie auch ausgedehnter seyn, als sie es bei der Normal-Temperatur ist, und jeder ihrer Theile wird auch länger seyn, und daher die beobachtete Länge der Quecksilbersäule von einer zu geringen Anzahl ihrer Theile gemessen werden. Um also den daraus entstehenden Fehler zu beseitigen, wird man eine gewisse Größe, die durch die bekannte Ausdehnung des Messings gegeben ist, zu der, durch diese Skale gemessenen Länge der Quecksilbersäule addiren müssen. Wenn aber die Temperatur des Quecksilbers größer als die Normal-Temperatur ist, so muß die aus den Tafeln entnommene Correction von dem beobachteten Barometerstande abgezogen werden. Wie aber vorhin bemerkt wurde, muß in diesem Falle, wegen der Ausdehnung der Messing-Skale, eine gewisse Größe zur Länge der Quecksilbersäule addirt werden; man muß daher, wenn die Temperatur des Quecksilbers und der Skale größer ist als die Normal-Temperatur, diejenige Correction, welche die Tafel für die Ausdehnung des Quecksilbers gibt, und welche zu subtrahiren ist, um irgend eine Größe vermindern, und also eigentlich eine Correction von der beobachteten Länge der Quecksilbersäule abziehen, die eben um diese Größe geringer ist.

Wenn im entgegengesetzten Falle die beobachtete Wärme des Quecksilbers und der Skale kleiner als die Normal-Temperatur ist, so wird die Skale sich zusammen gezogen haben, jeder ihrer Theile wird kürzer seyn, und die Quecksilbersäule wird von einer zu großen Anzahl Theile der Skale gemessen werden. Man hat daher eine, durch die Ausdehnung des Messings der Skale gegebne, Größe abzuziehen, um die Wirkung dieser Zusammenziehung zu entfernen. Wenn jedoch, wie vorausgesetzt wurde, die Temperatur des Quecksilbers kleiner als die Normal-Temperatur ist, so ist die durch die Tafel gegebne Correction zur beobachteten Länge der Quecksilbersäule zu addiren.

Um aber die Skalen-Ausdehnung zu beseitigen, muß, wie vorhin gesagt wurde, eine gewisse Größe abgezogen wer-

den, und daher hat man die zu addirende Correction um eine gewisse Größe zu vermindern, oder eigentlich eine Correction zur beobachteten Länge der Quecksilbersäule zu addiren, die um eben diese Größe geringer ist.

In beiden Fällen sind also die aus der Tafel genommenen Correctionen um so viel zu vermindern, als die Ausdehnung der Messing-Skale gibt.

Nach den Untersuchungen der Herren Lavoisier und Laplace, dehnt sich das Messing von 0° — 100° um $\frac{1}{537}$ seiner Länge aus, welches bis auf einen kleinen Unterschied beinahe der zehnte Theil der Ausdehnung des Quecksilbers ist. Nimmt man auf diesen geringen Unterschied keine Rücksicht, und nimmt die Ausdehnung des Messings wirklich gleich $\frac{1}{10}$ der Ausdehnung des Quecksilbers, so läßt sich leicht die Ausdehnung der Skale beseitigen. Es wird nämlich die Correction der Quecksilber-Ausdehnung, wie gewöhnlich, aus der Tafel genommen, das Zehntel dieser Correction von derselben abgezogen, und dieser Unterschied dann an den beobachteten Barometerstand angebracht. Das Verfahren wird dadurch noch bequemer, daß man den Unterschied der beobachteten und der Normal-Temperatur sogleich um ein Zehntel vermindert, und mit diesem so verminderten Unterschiede die Correction aus der Tafel nimmt.

Obschon, wie gesagt, die Ausdehnung des Messings nur beinahe der zehnte Theil der Ausdehnung des Quecksilbers, und daher das Verfahren in beiden Fällen auch nur annähernd ist, so wird doch der dadurch begangen werdende Fehler nur unbedeutend, besonders da man nur gewöhnlich eine Genauigkeit in den beiden ersten Decimalen der Länge der Quecksilbersäule verlangt.

Nun sollen, wie bereits oben bemerkt worden, einige Beispiele zur Erläuterung gegeben werden.

1. Berechnung des Chimborasso nach den oben angegebnen Beobachtungen vom Hrn. v. Humboldt.

$h = 167,2 \quad T = 10°,0 \quad t = -\ 1°,6$

$h' = 337,79 \quad T' = 25°,3 \quad t' = +\ 25°,3.$

Reduction der Barometerstände auf 0° und Correction wegen der Messing-Skale,
nach der Tafel $167''',2 - 0''',3$ für $10°,0$; von 0,30 abgezogen
0,03 = den zehnten Theil wegen Ausdehnung des Messings,
bleiben daher = 0,27 von dem beobachteten Barometerstande zu subtrahiren,

mithin $167,2 - 0,27 = 166,93$ bei 0°

$337,79 - 1,54$ für $25°,3$ von 1,54 abgezogen
0,154 wegen der Messing-Skale
bleiben 1,386 abzuziehen,

mithin $337,79 - 1,386 = 336,404$ bei 0°

$336''',404$ nach Taf. I. . . .	4956,55
$166''',930$	2093,40
	2863,15
$t = -\ 1°,6$	
$t' = +\ 25°,3$	
daher $t + t' = +\ 23°,7$ nach Taf. II.	135,74
	2998,89
Die Verbesserung durch die Correction wegen der geogr. Breite und Verminderung der Schwere beträgt für 3000 Toisen nach Tafel III.	19,20
Es ergeben sich also hier . .	3018,09

Toisen für die Höhe des Chimborasso,

2000	bei 23°,0	= 92,0	Toisen
800	. . .	= 36,8	„
2000	„ 0°,7	= 2,8	„
800	. . .	= 1,1	„
63	„ 23°,0	= 2,94	„
63	„ 0°,7	= 0,1	„
daher 2863	bei 23°,7	= 135,74	Tois.

mithin 1,49 Toisen mehr als vorher ohne Reduction, welcher Unterschied größtentheils von der Correction wegen der Ausdehnung der Messing-Skale herrührt, worauf oben keine Rücksicht genommen wurde.

2. Berechnung des Porschberges.

$h = 325{,}05 \quad T = 12^\circ{,}5 \quad t = 10^\circ{,}0$

$h' = 334{,}90 \quad T' = 11^\circ{,}3 \quad t' = 11^\circ{,}6.$

Reduction der Barometerstände wegen der Temperatur und der Messing-Skale.

325,05 — 0,73 bei 12°,5 von 0,73 abgezogen
0,07
0,66

daher 325,05 — 0,66 = 324,39 bei 0°

334,90 — 0,68 bei 11°,3 von 0,68 abgezogen
0,06
0,62

daher 334,90 — 0,62 = 334,28 bei 0°

334,28 nach Tafel I. 49307
324,39 „ „ „ 48079
122,8
Correction nach Taf. II. 5,1
127,9
Correction nach Taf. III. 0,38

demnach beträgt die Höhe des Porschberges 128,28 über dem Beobachtung-Orte in Dresden.

Dieses Resultat ist nur um 0,1 Tois. von demjenigen verschieden, welches man erhielt, als man bloß nach den hypsometrischen Tafeln die Correction der Logarithmen bewirkte.

Nach der zweiten Reductionsart der Barometer-Skalen auf 0°, wobei nämlich die Stände der Thermometer an den Barometern um $\frac{1}{10}$ vermindert, und dann die Reductionszahlen aus der Tafel genommen werden, ergibt sich nach dem letztern Beispiele,

$T = 12^\circ{,}5$ daher $325{,}05 - 0{,}655 = 324{,}39$
$\underline{-\ 1\ {,}25 = \frac{1}{10}}$ von T
$= 11{,}25$

$T' = 11^\circ{,}3$ daher $334{,}90 - 0{,}61 = 334{,}29$
$\underline{-\ 1\ {,}13 = \frac{1}{10}}$ von T′
$10{,}17$

bis auf eine Kleinigkeit genau dasselbe Resultat, und man kann sich nach Gefallen entweder der erstern oder letztern Methode, zur Hinwegschaffung des Einflusses der Temperatur auf die Messing-Skale, bedienen.

Durch obige Beispiele, hoffe ich, wird der Gebrauch der Tafel zur Reduction der Barometerstände auf einerlei Temperatur, und die Correktion wegen Ausdehnung der Messing-Skale erklärt seyn, nur wiederhole ich noch einmal, daß, wenn die Temperatur der Quecksilbersäule unter 0° ist und selbige gleichwohl auf diesen Punkt reducirt werden soll, die für die beobachtete Temperatur und Quecksilberlänge gefundenen Zahlen addirt werden müssen, nachdem vorher davon die Correction wegen der Messing-Skale abgezogen worden ist.

Die übrigen hier noch beigefügten Tafeln werden keiner weitern Erklärung bedürfen; sie werden aber hoffentlich von Nutzen sein, indem sie die oft vorkommenden Verwandlungen verschiedener Maße und Thermometer-Skalen enthalten.

Uebrigens läßt sich wohl mit Grund annehmen, daß der theoretische Theil des Höhenmessens mit dem Barometer wohl schwerlich weiter ausgebildet werden dürfte, als es bis jetzt geschehen ist, und daß am Ende die entstandenen Fehler und die bei Vergleichung mit andern bekannten, genauen trigonometrischen Messungen sich ergebenden Differenzen, meistens von fehlerhaften Instrumenten, nicht genauen Beobachtungen und unterlassener Berücksichtigung des unruhigen Zustandes der Atmosphäre, herrühren.

Im folgenden Abschnitte werden mehrere Beispiele auf-

geführt werden, welche beweisen, wie genau sich mit dem Barometer, im Vergleich mit andern Messungen, nivelliren läßt, und wie viel Dienste dieses Instrument der Geographie, Physik ꝛc. leisten kann, wenn auf die zugleich mit angegebenen Haupt-Regeln gehörig Rücksicht genommen wird.

Dritter Abschnitt.

Von den praktischen Operationen in einigen Beispielen und der dabei anzuwendenden Vorsicht.

§. 33.

Nachdem in vorigen beiden Abschnitten die Mittel gezeigt worden, welche zu einer möglichst schnellen, leichten und genauen Bestimmung der Höhen und Tiefen, sowohl ober- als unterhalb der Erdoberfläche, erforderlich sind; so sollen in gegenwärtigem Abschnitte einige Regeln bei den praktischen Operationen gegeben, dann aber auch durch mehrere, aus eigener Erfahrung genommene Beispiele dargethan werden: daß in den meisten Fällen, diese Art die Höhen zu messen, Vorzug vor der geometrischen und trigonometrischen verdient, und auch im Wesentlichsten die oft so kostspieligen und Zeit brauchenden Nivellements der Flüsse, Thäler ꝛc. ersetzen kann.

§. 34.

Zu jeder Höhen-Messung gehöret eigentlich mehr als ein Barometer, wenn die Operation schnell von statten gehen soll und man sich richtiger Resultate versichern will. Es könnte zwar eine nicht beträchtliche Höhe auch nur mit einem Barometer gemessen werden, indem man nämlich erst an der untern und sodann an der obern Station beobachtete, nachher aber wieder an der untern Station untersuchte: ob sich während der Abwesenheit eine Veränderung des Barometerstandes und der Temperatur der Luft ereignet hätte, und auf diese Veränderungen Rücksicht nähme.

Allein

Allein immer wird ein dergleichen Verfahren nur ungefähre Resultate ergeben, weil nicht mit Grunde anzunehmen ist, daß die Veränderung im Drucke der Luft und der Temperatur, während das Barometer von der untern Station entfernt war, gleichförmig erfolgte.

Um jedoch in Ermangelung korrespondirender Beobachtungen auch isolirte Messungen machen zu können, so gehe man, wo möglich, von einer Station aus, welche vielleicht durch frühere Messungen über den tiefsten Punkt der Gegend schon genau bestimmt ist. Hier beobachte man an einer richtig gehenden Uhr die Zeit und dann den Stand der Instrumente, und nachdem man solche aufgezeichnet hat, begebe man sich auf die verschiedenen zu bestimmenden Punkte (welche jedoch nicht sehr entfernt von einander seyn dürfen) und mache auch da die nöthigen Beobachtungen. Nach deren Beendigung kehre man wieder auf die Station zurück, von wo man ausging, und beobachte wie zuvor. Fände man zufällig einerlei Stand der Instrumente, wie das erste Mal, so ließen sich alle Berechnungen der beobachteten Punkte nach diesem Stande anstellen. Da dies jedoch selten der Fall seyn wird und sich immer Differenzen ergeben werden, so muß man berechnen, um wie viel das Barometer von der Zeit an, als die erste Beobachtung gemacht wurde, bis zu der Zeit, wo man auf diesem oder jenem Punkte beobachtete, gestiegen oder gefallen ist. Dies kann aber nur erst nach erfolgter Reduction der Barometerstände von beiden Beobachtungen auf einerlei Temperatur erfolgen.

Wenn z. B. bei der ersten Beobachtung

um 9 Uhr Vormittags das Barometer 332''',45, das Therm. am Barom. 10°,5, das Therm. in freier Luft 9°,5,

und bei der zweiten Beobachtung

um 2 Uhr Nachmittags das Barometer 332''',90, das Therm. am Barom. 13°,0, das Therm. in freier Luft 12°,0

stund, so reducire man beide Barometerstände mit Hülfe der Tafeln auf 0°, nämlich:

332,45 — 0,62 = 331,83 und 332,90 — 0,78 = 332,12, daher 332''',12 — 331''',83 = 0,29''', um welche das Barometer in 5 Stunden gestiegen ist, welches für 1 Stunde 0,058''' gibt. Demnach würde, bei Annahme eines gleichförmigen Steigens, das Barometer bei 0°

um	10 Uhr	Vorm.	331,888
"	11 "	"	331,946
"	12 "	"	332,004
"	1 "	"	332,062 und
"	2 "	"	332,12

gestanden haben. Um die Temperatur der freien Luft für jede dieser 5 Stunden auszumitteln, ist ebenfalls die Temperatur der ersten und zweiten Beobachtung auf der untern Station zu vergleichen. Sie war

um 9 Uhr 9°,5
" 2 " 12°,0,

daher in 5 Stunden 3°,5, und in 1 Stunde 0°,7 gestiegen, mithin war sie bei gleichförmigem Steigen

um	10 Uhr	10°,2
"	11 "	10°,9
"	12 "	11°,6
"	1 "	12°,3
"	2 "	13°,0.

Die nach solchen Reductionen sich ergebnen Barometer- und Thermometerstände kann man nun als korrespondirende gebrauchen, indem man sie mit den gleichzeitig auf diesem und jenem Punkte gemachten zusammenstellt, und darnach die Höhen berechnet; nur müssen die Barometerstände auf diesen Punkten vorher ebenfalls auf 0° reducirt werden. Allein, ich erwähne es nochmals, immer sind unmittelbar korrespondirende Beobachtungen, wo dergleichen zu haben sind, vorzuziehen.

Eben so sind auch die Bestimmungen der Höhen aus

isolirten Beobachtungen und dem mittlern Barometerstande am Meere unsicher, weil vorausgesetzt wird, dieser Stand bleibe zu jeder Zeit derselbe, da doch sehr oft im Laufe eines Jahres das Quecksilber mehrere Linien, bald über, bald unter der mittlern Höhe ist. In solchen Fällen also haben die Fehler wohl einige Hundert Fuß mehr oder weniger betragen, und daher geben auch neuere Untersuchungen über mehrere, schon in frühern Zeiten auf vorbesagte Art bestimmte Höhen, mitunter bedeutend abweichende Resultate.

Man unternehme demnach, wo möglich, keine Höhenmessung ohne zwei völlig übereinstimmende Barometer, mit dazu gehörigen, ebenfalls gleichförmigen vier Thermometern. Soll das Nivellement einer großen Strecke Landes vorgenommen werden, so kann eine größere Anzahl solcher Instrumente sehr zur Beschleunigung dieser Arbeit beitragen; nur müssen selbige einige Zeit vorher, sowohl in hohen als tiefen Orten, genau geprüft und verglichen worden seyn.

§. 35.

Die passendsten Jahreszeiten zu Barometer-Beobachtungen sind das Frühjahr und der Herbst, wegen der oft gleichmäßigen Temperatur der Erd-Oberfläche und der darauf befindlichen Gegenstände. Viele Fälle haben jedoch bewiesen, daß vorsichtige Beobachtungen im Sommer und Winter dieselben Resultate geben.

Ist man nun so weit vorbereitet, auch mit allen übrigen, oben beschriebenen, nöthigen Werkzeugen versehen; so wähle man die Punkte, welche gemessen werden sollen und bestimme:

1) den Ort, wo ein korrespondirendes Barometer aufgestellt werden soll. Die Entfernung dieser Station von den zu bestimmenden Höhen-Punkten darf füglich nicht über 8 Stunden betragen. Kleinere Entfernungen, von 2, 3, 4 Stunden, sind immer

vorzuziehen, weil in dieser Distanz der Zustand der Atmosphäre gewöhnlich gleichförmiger ist, als in einer größern, wo sich Umstände in der Luft ereignen können, die den Druck verändern, welches aber dem andern Barometer nicht widerfährt.

Es hat zwar auch mehrere Fälle gegeben, wo die beiden korrespondirenden Barometer wohl 8, 10 und 12 Meilen von einander entfernt waren, und doch ziemlich dieselben Resultate erlangt wurden, als vorher in kleinen Entfernungen. Auf dergleichen zufällig günstige Umstände ist jedoch nicht zu rechnen.

Bei der Wahl des Beobachtung-Ortes sehe man vorzüglich auch darauf, daß

2) das Instrument stets im Schatten hänge und nicht von der Sonne beschienen werden könne. Stuben, welche gegen Norden liegen, sind am zweckmäßigsten; es ist gut, die Fenster offen zu halten, damit die Temperatur der äußern Luft sich dem Instrumente mittheile.

Beim Aufhängen des freien Thermometers ist eine besondere Vorsicht nöthig, es muß so viel als möglich von der Erde und andern Gegenständen, welche sich vielleicht sehr erwärmt haben und wegen ihrer Nähe bedeutenden Einfluß äußern könnten, entfernt werden. Denn die genaue Ausmittelung der Temperatur der Luft trägt zur Richtigkeit der Messung viel bei, weil hiernach die Verlängerung der Luftsäule bestimmt werden muß.

Ferner kommt

3) auf die senkrechte Lage des Barometers auch viel an. Es muß mit dem dabei gebraucht werdenden Lothe nach allen Seiten parallel seyn, und darf auch beim Beobachten nicht verrückt werden. Eine kleine Neigung des Instruments rechts oder links, vor- oder rückwärts, bringt immer eine ziemlich veränderte

Lage in der Oberfläche der Quecksilbersäule hervor, wobei man im Beobachten einige Hunderttheile der Linie fehlen kann.

Ehe man anfängt, die Skale einzustellen, bewege man das Instrument ein wenig hin und her, so daß das Quecksilber oscilliret, damit die Adhäsion desselben an das Glas und Trägheit beseitiget werde. Eigentlich muß solches vor dem Einlothen des Instruments geschehen, weil durch jene Bewegung die senkrechte Lage leicht verändert werden kann. Sodann wird

4) zur Einstellung der Skale verschritten. Vorausgesetzt, daß das Instrument die erforderlichen, oben bemerkten Eigenschaften vereinigt, wird man nach einiger Uebung sehr genau einstellen und beobachten können; besonders hat man darauf zu sehen: daß die beiden Haare die Oberfläche des Quecksilberkügelchens scharf abschneiden und eine Tangente bilden. Diese Aufmerksamkeit ist beim Nullpunkte der Skale und des Nonius nöthig.

Ist das Instrument erst an den Beobachtung-Ort gebracht worden, so läßt man es eine Viertel- oder halbe Stunde vor der Beobachtung aufgehängt, damit die Temperaturen des Quecksilbers im Barometer und die der freien Luft einander ziemlich gleich werden; denn es wäre möglich, daß das Thermometer am Barometer früher eine höhere oder niedere Temperatur zeigte, ehe letztere sich der starken Quecksilbersäule des Barometers völlig mitgetheilt hätte.

Bei den Beobachtungen verfahre man

5) folgendermaßen: Zuerst sehe man nach dem Thermometer am Barometer, merke oder notire sich den Stand desselben auf, weil, wenn solches nach der Beobachtung des Barometers erst geschähe, die Nähe des Körpers leicht einen momentanen Einfluß auf das Thermometer gehabt haben könnte. Sodann

sehe man, ob die Skale und der Nonius richtig gestellt sind, zeichne die Länge der Quecksilbersäule nach Linien und Bruchtheilchen derselben genau auf, sehe nach dem Thermometer in freier Luft und notire auch dessen Stand. Beim Beobachten des Thermometers ist noch die Vorsicht nöthig, daß man nicht etwa von unten hinauf, oder von oben herunter abliest; ersteres gibt einen zu hohen, und letzteres einen zu niedrigen Stand. Immer muß das Auge in die Höhe des Quecksilbersäulchens im Thermometer gebracht werden.

Um die Barometer-Beobachtungen übersichtlich zu machen, könnte man sie ungefähr nach folgender Tabelle einzeichnen. Hierbei soll z. B. Dresden der Ort seyn, wo, zu Höhen-Bestimmungen in den Umgebungen dieser Stadt die korrespondirenden Beobachtungen von 30 zu 30 Minuten gemacht werden.

Tabelle

der korrespondirenden Beobachtungen in Dresden, zu Höhen-Bestimmungen in den Umgebungen dieser Stadt.

Tag.	Tageszeit.	Stationen.	Barometer.	Thermometer		Wind.	Wetter.	Anmerkungen.
				am Barometer.	in freier Luft.			
1819 22. Januar.	Vorm. 10 U. 20′ 10 U. 50′	Winklers Wohnung in Dresden am See Nr. 75. 7,3 Toisen über dem Elbspiegel unter der Brücke.	331,99	3°,4	3°,5	W. mäßig.	heller Himmel.	
	Nachm. 1 U. 00.	. . . . . .	332,20	4°,7	4°,7	. .	. .	
	2 U. — 2 U. 20′	. . . . . .	332,20	4°,5	4°,7	. .	. .	

Auf dieselbe Art, jedoch mit veränderter Ueberschrift, könnte der reisende Beobachter seine Tabelle einrichten. Dieser kann aber, wenn er Mineralog oder Geognost ist, noch einige andere Colonnen, zur Anmerkung der Gebirgsbestandtheile, der darauf wachsenden Pflanzen ꝛc., hinzufügen *). Uebrigens hat dieser Beobachter, außer obigen, hauptsächlich noch folgende Regeln zu berücksichtigen. Er muß

1) von der Uebereinstimmung seiner Instrumente mit den korrespondirenden völlig überzeugt seyn, oder durch viele Beobachtungen die Differenzen genau kennen gelernt haben, und selbige in Rechnung nehmen;

2) an keinem stürmischen Tage und bei unsicherer Witterung, welche gewöhnlich durch stete Barometer- und Thermometer-Veränderungen angezeigt wird, Beobachtungen anstellen, sondern

3) an heitern oder an Tagen beobachten, wo der Himmel bedeckt, die Atmosphäre ruhig ist, oder auch von einem mäßigen, regelmäßigen Winde bewegt wird; Beobachtungen bei bedecktem Himmel und mäßigem Winde sind meistens ungestörter, wegen herrschender Gleichheit in der Temperatur der Luftschichten;

4) die Beobachtungen in langen Tagen nicht vor 8 Uhr, und in kurzen Tagen nicht vor 9 und 10 Uhr Vormittags anfangen, und damit in erster Zeit bis 6 Uhr, und in letzterer Zeit bis 5 und 4 Uhr Nachmittags fortfahren, weil die Oberfläche der Erde

---

*) Bei der von mir beabsichtigten Höhen-Charte vom Königreiche Sachsen, wovon ich dieser Abhandlung einen Abschnitt auf der anliegenden Kupfertafel beifüge, werde ich eine Tabelle von einer solchen Einrichtung mitfolgen lassen; ich schicke hier zugleich ein Schema voraus, in welches ich einige Punkte des Abschnittes der Höhen-Charte eingetragen habe, um ein Beispiel zu geben, zu welchen Zwecken die Höhenmessungen angewendet werden können.

und die darauf befindlichen Gegenstände, mithin auch die sie umgebende Luft, in den Früh- und Abendstunden meistens alle sehr ungleich erwärmt sind, je nachdem ihre hohe oder tiefe Lage den Sonnenstrahlen mehr oder weniger ausgesetzt waren;

5) alle Beobachtungen gleichzeitig mit den korrespondirenden anstellen. Der vorhergegangenen Verabredung gemäß, beobachtet der Korrespondent jeden Tag, etwa von 30 zu 30 Minuten, oder auch von Stunde zu Stunde, so lange, bis der auf der Reise begriffene Beobachter zurück ist. Hiernach kann nun letzterer auch seine Beobachtungen leicht so einrichten, daß immer eine für diese oder jene Stunde paßt.

6) Bei Bestimmung sehr kleiner Höhen, oder Untersuchung des Gefälles eines Flusses, vorzüglich mit aller Genauigkeit verfahren, an jeder Station wenigstens $\frac{3}{4}$ — 1 Stunde beobachten, und die Temperatur der Luft besonders genau zu erhalten suchen. Am besten und richtigsten lassen sich dergleichen Nivellements bewirken, wenn die zu nivellirende Strecke in Stationen von 1, 1½, auch wohl 2 Stunden getheilt wird, und wenn man nur 2 Barometer hat, diese zuerst auf den beiden ersten Punkten beobachtet, dann das erste auf die zweite Station bringt und das andere Barometer ablös't, jenes wieder weiter auf die dritte bringt und gleichzeitig mit dem auf der zweiten Station beobachtet. Bei diesem Wechsel der Instrumente wird jedes Mal eine Vergleichung angestellt, und man ist immer sicher, ob sie noch übereinstimmend oder abweichend sind. Uebrigens kann man auch dergleichen geringe Höhen, wie das Gefälle eines Flusses, in größern Entfernungen, z. B. von 6 bis 8 Stunden, genau genug bestimmen, wenn zwei Instrumente am Ufer des Flusses, etwa 4 — 5 Stunden lang, von 15

zu 15 Minuten, sehr genau und mit hinlänglicher Vorsicht, beobachtet werden.

Endlich hat jeder Beobachter die größte Aufmerksamkeit auf den Gang seiner Instrumente zu richten, die Ursachen der oft schnell erfolgenden Barometer- und Thermometer-Veränderungen aufzusuchen, und vorzüglich auch auf den Zustand der Atmosphäre aufmerksam zu seyn.

Alle diese Umstände sind in der Tabelle genau zu bemerken; sie sind über die Richtigkeit der Messung sehr oft entscheidend.

Einen großen Einfluß auf die Barometer-Messungen hat, wie bereits gesagt, die Temperatur der Luft, und es wird hier nochmals wiederholet, daß man diese Temperatur so genau als möglich zu erlangen suchen muß. Bekanntlich nimmt die Wärme von unten nach oben ab; allein das Gesetz dieser Abnahme ist noch nicht genau ausgemittelt, und man muß sich mit den Bestimmungen begnügen, welche Saussure und Andere gemacht haben, daß nämlich der Unterschied der Wärme, in der Höhe von 600 Fuß, 1 Grad Reaumur beträgt. Es ist indessen hinreichend, zu beurtheilen, ob das Thermometer auf irgend eine Höhe eine, zu der in der untern Station verhältnißmäßige Temperatur anzeigte, oder vielleicht, wegen größerer Erwärmung der Erdoberfläche, mehr angab. Sollte letzteres der Fall seyn, so würde man sich auf die erlangten Resultate nicht ganz verlassen können, sondern man müßte lieber die Operation noch ein Mal mit größerer Vorsicht unternehmen; überhaupt auf jedem Punkte, wo möglich, die Messung, und zwar unter verschiedenen Umständen, wiederholen.

§. 36.

Der vorige §. enthält die Hauptregeln bei Höhenmessungen mit dem Barometer. Von Berücksichtigung dieser Regeln hängt die Genauigkeit der Resultate ab, und man überzeugt sich endlich, daß jetzt nicht mehr, wie ehe-

dem, von ungefähren Bestimmungen die Rede seyn kann, daß aber auch die, in den frühern Höhen-Angaben herrschenden Zweifel nun sehr leicht beseitigt werden können. Wie sehr jene Angaben von den jetzigen Resultaten abweichen, beweis't die in Götzingers rc. Beschreibung der sächsischen Schweiz bemerkte Höhe des Liliensteins von 1430 paris. Fuß über der Elbe am Fuße des Berges. Mehrere Messungen haben seine Höhe nur 900 pariser Fuß über der Elbe am Fuße gegeben, mithin findet sich die große Differenz von 530 paris. Fuß.

Der bereits oben erwähnte Abschnitt meiner künftig erscheinenden Höhen-Charte vom Königreiche Sachsen enthält, wie sich aus der auf der beigefügten Kupfertafel befindlichen Darstellung ergibt, fast alle Gebirge des rechten Elbufers vom 31° 23′ bis 31° 55′ östlicher Länge und vom 50° 45′ bis 51° 47′ nördlicher Breite, wobei der geognostische Bestand durch Farben und Zeichen ausgedrückt ist.

Dieser Darstellung, so wie der ganzen Höhen-Charte, liegt die Reymannische Special-Charte von Sachsen zum Grunde. Alle Höhen sind so dargestellt, wie sie vom Elbufer aus in der Richtung der Meridiane erscheinen. Alle dem Elbufer zunächst liegende Höhen und diejenigen Gebirgkuppen und Orte, welche frei liegen, sind als völlig sichtbar dargestellt. Dagegen die dahinter liegenden niedrigern, und von den vorliegenden höhern verdeckten Gebirge, Orte, Straßen, Flüsse, Bäche rc. punktirt gezeichnet, und die Gebirg-Gesteine statt der Farben mit den üblichen geognostischen Zeichen bezeichnet worden sind. Der Längen-Maßstab ist der der Charte, und der Höhen-Maßstab in zwanzigfacher Größe des Längen-Maßstabes. Alles übrige ergibt sich aus der Zeichnung.

Um nun endlich noch durch, aus eigener Erfahrung genommene Beispiele zu beweisen, wie die barometrischen mit genauen geometrischen und andern Messungen übereinstimmen, sollen hier einige Höhen und Tiefen in der Nähe von Dresden, im Plauenschen Grunde, aufgeführt werden, an denen zu wiederholten Malen eine Prüfung unternommen worden ist. Die Barometerstände sind der Kürze wegen mittels der Reduction-Tafel vorher auf 0° gebracht, auch die Verbesserung wegen Ausdehnung der Messing-Skale mit angebracht worden.

Benennung der gemessenen Punkte.	Reducirter Stand des Barometers bei 0°.	Stand des hundertheiligen Thermometers in freier Luft.	Gefundene Resultate über dem Elbspiegel		Durch andere Meß-Methoden erlangte Resultate.
			in Pariser	Dresdner	
	Par. Linien.	Grade.	Toisen.	Fuß.	
1) Der Porschberg bei Pillnitz . in Dresden 7,3 Toisen über der Elbe	324,39 = h 334,28 = h′	10°,0 11°,6	135,58	935,5	928 D. F. geometrisch von Lehmann. Differ. — 8 D. F.
2) Der Göhligberg bei Possendorf in Dresden wie oben . . .	322,09 = h 331,09 = h′	10°,7 11°,8	124,18	856,8	860 D. F. geometrisch von Lehmann. Differ. = + 3,2 D. F.
3) Der Windberg im Plauenschen Grunde im Niveau des Elbspiegels	320,02 330,30	— 0°,8 + 1°,5	129,55	893,9	900 D. F. geometrisch von Lehmann. Differ. = + 6,1 D. F.
4) Elbstolln Mundloch bei Prießnitz in Dresden wie oben . . .	332,36 = h 331,77 = h′	+ 2°,8 3°,5	7,3	50,3	Dieser Punkt ist daher mit dem Elbspiegel bei der Dresdner Brücke gleich hoch.
			Höhe des Beob.-Ortes in Dresden üb. d. Mundloch.		

Benennung der gemessenen Punkte.	Reducirter Stand des Barometers bei 0°.	Stand des hunderttheiligen Thermometers in freier Luft.	Gefundene Resultate über dem Elbspiegel in Pariser	Gefundene Resultate über dem Elbspiegel Dresdner	Durch andere Meß-Methoden erlangte Resultate.
	Par. Linien.	Grade.	Toisen.	Fuß.	
5) Höchster Punkt des Stollnzuges, 16 Lachter N. W. der Kirche von Pesterwiz	325,60 = h	3°,1	87,65	604,7 = 86,37	86,75 Lachter durch Markscheiderzüge vom Hrn. Factor Lindig. Differ. = + 0,38 Lr.
in Dresden wie oben . . .	331,95 = h′	4°,7			
6) Kunstgebäude bei Zaukeroda, wohin der Elbstolln getrieben wird	329,17 = h	3°,9	42,36	292,2 = 41,75	42,37 Lachter durch Markscheiderzüge vom Hrn. Factor Lindig. Differ. = + 0,62 Lr.
in Dresden wie oben . . .	331,96 = h′	4°,7			
7) Im Kunstschacht bei Zaukeroda, Stollnsohle, 3 Fuß unter dem Punkte des Markscheiderzuges	331,87 in der Grube	16°,3	16,1	111 — 3 = 108 Dr. Fuß	107,26 D. F. durch Markscheiderzüge vom Hrn. Factor Lindig. Differ. = — 0,74 D. F.
	330,64 über Tage	15°,0			
8) Tiefer Elbstolln	333,89 in der Grube	15°,0	40,44	279	278,899 D. F. durch Markscheiderzüge vom Hrn. Factor Lindig. Differ. = 0,101 D. F.
	330,80 über Tage	15°,5			

Bei den Standpunkten 1, 2, 4, 5 und 6 ist der Stand des korrespondirenden Barometers in Dresden jedesmal mit h' bezeichnet und ist dessen Höhe über dem Elbspiegel, nämlich 7,3 Tois., außer bei 4, jedesmal zu der gefundenen Höhe zu addiren, um die ganze Höhe über diesem Spiegel zu erhalten.

Was die von dem Major Lehmann geometrisch, mit seinem bekannten Diopter-Lineal gemessenen Höhen betrifft, so kann man wohl mit Grunde und aus Erfahrung behaupten, daß bei den nächsten dieser Höhen von Dresden, z. B. der Porschberg, Windberg und mehrere der oben angegebnen Punkte, die Fehlergrenze innerhalb einiger Fuße fällt, da weder eine Unrichtigkeit in der horizontalen Entfernung jener Höhen von Dresden, noch eine Einwirkung der Refraktion der Lichtstrahlen, und gewiß auch keine Vernachlässigung der Genauigkeit im Stellen des Instruments und richtigen Abnehmen der Tangenten-Theile zu vermuthen ist. Freilich konnte Lehmann, bei entfernten Bergen, keine so große Genauigkeit mit seiner Methode erlangen, denn es sind hierbei nicht nur die horizontalen Entfernungen nicht so genau, als erforderlich ist, in Ellen oder Fußen bekannt, sondern es ist auch die Einwirkung der Refraktion, die Krümmung der Erde, welche bei jenen Operationen nicht berücksichtigt worden, sehr bedeutend.

Indessen sind Lehmanns Angaben der Höhen entfernter Berge doch bei weitem weniger abweichend, als frühere Barometer-Messungen, und in Ermangelung guter Barometer wird seine Methode, bei nahen Höhen, genau genug seyn, bei entfernten Bergen aber nur ungefähre Resultate geben.

In Ansehung der, in obigem Verzeichnisse mit aufgeführten Markscheider-Operationen des Herrn Factor Lindig über und unter Tage wird bemerkt, daß selbige mit aller Genauigkeit, die nur ein richtiger Gradbogen, Hänge-Compaß ꝛc. verstatten, gemacht worden, zumalen auf diesen

Operationen wichtige und kostspielige Anlagen, wie das Treiben eines Stollns auf einer Strecke von 2 Stunden lang ꝛc. beruhet.

§. 37.

Die im vorigen §. aufgestellten Beispiele, deren noch eine große Anzahl andrer hätten angeführt werden können, beweisen, wie viel das Barometer, mit Hülfe der erprobten Laplaceschen Höhen-Formel, sowohl bei Operationen auf der Erdoberfläche, als unter derselben, leistet, und daß man diese Methode, bei Bestimmung der Höhen- und Tiefenpunkte, andern Methoden vorziehen kann.

Sogar kleine Höhen-Unterschiede von 8, 10, 16 Fuß sind durch die barometrische Messung eben so, wie bei unmittelbarer Messung mit Maßstäben ꝛc. gefunden worden. Nur erfordert, wie oben bereits erwähnt worden, die Untersuchung solcher geringen Unterschiede die größte Genauigkeit im Beobachten, welche man sich bei gehöriger Aufmerksamkeit bald zu eigen machen kann.

Ehe nun der praktische Theil des Höhenmessens mit dem Barometer geschlossen wird, soll noch einiges über den Nutzen, den dergleichen Bestimmungen haben, gesagt werden.

Der Nutzen, den die Kenntniß der Höhen eines Landes hat, ist vielseitig. Der Physiker, der Geograph, der Mathematiker, der Krieger, selbst der Staatsmann, haben in verschiedenen Beziehungen zuviel Interesse für die Kenntniß der relativen und absoluten Höhen eines Landes, als daß sie nicht eine Vermehrung und Erleichterung der Mittel zu Bewerkstelligung solcher Bestimmungen wünschen sollten. Jedem ist bekannt, daß dies wirklich die Grundlage zur physischen Geographie ist, und die Höhenmessungen für diese Wissenschaft eben das, was die Längen- und Breiten-Bestimmungen für die mathematische Geographie sind. Mathematisch genommen, geben Länge und Breite zwei Coordinaten zur Bestimmung eines Punktes auf unsrer Erdkugel,

und die dritte erlangt man nur durch die Kenntniß von seiner absoluten Höhe. Nur durch Verbindung dieser drei Elemente kann man die Lage irgend eines Ortes genau bestimmen, denn ohne letztere bleibt er unbestimmt, indem unendlich viele Punkte im Raume demselben Längen- und Breiten-Grade entsprechen.

Im Allgemeinen wird zwar das mathematische Klima eines Punktes auf der Erdoberfläche durch seine eigentliche geographische Lage bestimmt, allein es wird in einem gleichen Parallelkreis in dem Verhältniß seiner absoluten und relativen Höhe bedeutend verändert, welche den größten Einfluß auf das Klima und die Fruchtbarkeit, so wie auf die physische und moralische Beschaffenheit des Menschen hat. Eine mildere Temperatur, eine üppigere, mannigfaltigere und prächtigere Vegetation, Geschöpfe von einem zartern Bau, sind gewöhnlich den niedrigen Ländern zugetheilt, während die Gebirgrücken und die Hoch-Ebenen, welche sich durch eine reinere Atmosphäre, durch sehr verschiedene Pflanzen und Thiere auszeichnen, von einem kräftigern Menschenschlage bewohnt werden, welche, ein Nomaden-Leben führend, nur von der Jagd und ihren Heerden lebend, und an Kälte und Rauheit ihres hohen Aufenthalts gewöhnt, geeigneter sind, den Gefahren zu trotzen und Beschwerlichkeiten zu ertragen, als die Künste, die Früchte einer höhern Ausbildung, zu betreiben. Wenn orographische Kenntnisse zur Erkennung der Handels-Quellen und Verhältnisse nöthig sind, die ein Land darbieten kann, wenn sie zu der Beurtheilung nöthig sind, welchen Nutzen man da aus dem Ackerbau ziehen kann, so sind diese Data noch viel wichtiger, wenn man die Flüsse und Ströme eines Landes benutzen soll. Die ganze Hydrographie, dieser so interessante und so wenig cultivirte Theil der physischen Geographie, eine Wissenschaft, die uns lehrt Canäle bauen, den Lauf der Flüsse ordnen, die Verheerungen verhindern, welche Ueberschwemmungen verursachen können, die Mittel finden

die

die Ströme schiffbar zu machen, die Schnelligkeit der Gewässer bestimmen; diese ganze Wissenschaft, welche zum Zwecke hat, die laufenden Gewässer zum öffentlichen Nutzen anzuwenden, hängt allein von der genauen Kenntniß der Verhältnisse ab, welche zwischen den Höhen und Abfällen der Gebirge und Thäler einer Gegend bestehen. Wie nöthig den Militairpersonen höhern Ranges die Kenntniß der Topographie der Gebirge ist, dies haben die Feldzüge der ersten beiden Decennien dieses Jahrhunderts zur Genüge bewiesen. Der Ingenieur wird in allen Fällen seine topographischen Aufnahmen um so richtiger machen, je mehr Profile er von dem aufgenommenen Terrain entwirft, und hierbei kann er nur durch Barometer-Messungen am schnellsten zu den nöthigen Daten gelangen.

Was die Geognosie, die Botanik und im Allgemeinen die Naturgeschichte unsrer Erde betrifft, so würden diese Wissenschaften weit mehr Fortschritte gemacht haben, wenn die vorigen Jahrhunderte uns gute Gebirgmessungen überliefert hätten, die uns über eine Menge unentschiedner und wichtiger Punkte der physischen Geographie aufklären könnten. Allein man muß gerecht seyn; dergleichen Bestimmungen erfordern zu viel Theorie und zu künstlich gebauete Instrumente, als daß man sie von den Vorfahren erwarten konnte. Wir selbst sind leider noch nicht sehr weit in dieser Wissenschaft fortgeschritten, und unsere Nachkommen werden mehr Ursache haben, sich über unsere Nachlässigkeit zu beklagen, als wir über die unsrer Vorfahren. In unsern Tagen, wo die Wissenschaften mit Riesenschritten vorwärts gehen, würde es nicht zu entschuldigen seyn, wenn man diesen Theil der angewandten Mathematik vernachlässigte, welcher in verschiedenen Beziehungen so interessante Resultate liefert.

Mögen daher alle diejenigen, denen es nicht an Fähigkeiten und Mitteln fehlt, selbige doch ja dazu anwenden,

Beiträge zur nähern Kenntniß der physischen Beschaffenheit unsers Wohnplatzes, der Erde, zu obbemerkten Zwecken zu liefern, und dadurch einigermaßen den berühmten Männern, einem Humbold, Saussure rc., nachzustreben, welche, mit unermüdetem Eifer und großen Aufopferungen, mit bedeutenden Theilen der Erde in physischer und naturhistorischer Hinsicht uns bekannt gemacht haben!

Die vorliegenden Betrachtungen waren es, welche, wie ich bereits im Eingange bemerkt habe, stets den Vorsatz in mir lebhaft erhielten, ein Nivellement vom Königreiche Sachsen mittels des Barometers durchzuführen; dabei, soviel nur immer möglich, von den Gebirg-Verhältnissen sowohl, als der Vegetation und andern, die physische Beschaffenheit des Landes betreffenden Umständen Kenntniß zu nehmen und solche in Tabellen mitzutheilen, welche die von mir erscheinende Höhen-Charte von Sachsen begleiten werden. Wie diese Charte eingerichtet wird, ist schon im vorigen §. angezeigt worden, und von der Einrichtung der Tabellen gibt die hier beifolgende ein Beispiel, in welchem bloß einer der Hauptpunkte, welchen der Gebirg-Abschnitt darstellt, aufgeführt worden ist.

§. 38.

Zum Schluß sollen noch die vorzüglichsten Schriften für diejenigen aufgeführt werden, welche sich über den hier abgehandelten Gegenstand weiter unterrichten wollen.

Tables barométriques pour faciliter le calcul des nivellements et des mesures des hauteurs par le baromètre par Bernard de Lindenau. Gotha chez R. Z. Becker. 1809.

Mécanique céleste de Mr. de Laplace. Tom. IV. Liv. X. p. 289. Seconde partie.

Mémoires sur la formule barométrique de la Mécanique céleste et les dispositions de l'atmosphère,

Tabelle

zur Darstellung des rechten Elb-Gebirges von 29° 30′ bis 32° 40′ östlicher Länge und von 50° 5′ bis 51° 57′ nördlicher Breite.

(Eine ähnliche Tabelle wird die Darstellung des linken Elb-Gebirges in derselben Erstreckung begleiten.)

Geographische Länge	Geographische Breite	Benennung der Stationspunkte	Namen der Beobachter	Zeit der Beobachtungen: Jahr, Monat und Tag	Zeit der Beobachtungen: Tageszeit	Stand der Instrumente auf diesen Station. auf 0° reducirt: des Barometers. Pariser Linien	Stand der Instrumente: des 100 theilig. Therm. i. fr. Lft. Grade	Gleichzeitige correspondirende Beobachtungen: von	Gleichzeitige correspondirende Beobachtungen: am Barometer bei 0°. Pariser Linien	Gleichzeitige correspondirende Beobachtungen: des 100 theilig. Therm. i. fr. Lft. Grade	Daraus berechnete Resultate + oder — gegen den 0 Punkt des Elbmessers an der Dresdn. Brücke: Par. Fß.	Daraus berechnete Resultate: Dr. Fß.	Höhe über der Fläche der Nordsee die Höhe des 0 Punkts am Elbmesser zu 314 P. F. gerechnet: Par. Fß.	Höhe über der Fläche der Nordsee: Dr. Fß.	Mineralogische und geognostische Beobachtungen.	Physikalische und andere Bemerkungen.
31° 55′ 18″	50° 53′ 35″	Gipfel des großen Winterberges.	Wiemann.	ꝛc. 12. April 1819.	11 Uhr 40′ V.	312,89	11,8	Hr. Opelt im Wirthshause zu Lohmen, 51,3 Tois. über dem Elbspiegel bei Dresden.	ꝛc. 326,57	14,7	1415,16	1627,4	1729,16	1988,4	ꝛc. Die Kuppe dieses Berges, welche gegen 350 Fß. H. hat, besteht aus Basalt, welcher auf Sandstein ruht, der stark mit Eisenocker gemengt ist. Der Basalt ist von graulichschwarzer Farbe, im Bruche uneben, kleinkörnig, unabgesondert, sehr fest und sehr schwer zerspringbar. Er enthält nur wenig basaltische Hornblende, aber viele verwitterte Olivin-Körner. Der Gipfel ist in Säulen zerspalten, welche sich 70° gegen Osten neigen und meist 4—6, selten 3—4 und 6—8 Zoll stark und meistens 5seitig sind. Er wird auch in Tafeln von 3 Zoll Stärke und 8—10 Zoll Länge gefunden.	Auf dieser Kuppe, so wie auf den meisten Basaltkuppen herrscht eine ziemlich gute Vegetation, welches daher rührt, daß der Basalt viel Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufnimmt und lange behält. Hier wächst besonders von Bäumen: Fagus sylvatica nächst andern Holzarten, denen jedoch, der von allen Seiten offenen Lage wegen, die Stürme nachtheilig sind. An Pflanzen wachsen hier mit mehreren Elymus europaeus. Atropa Belladonna. Dentaria enneaphylla. Cephalanthera ensifolia. Epipactis latifolia. Lycopodium complanatum. L. annotinum. Hypnum crista castrensis. Cetraria islandica und Peltidea venosa. In Ansehung der Lage und Aussicht ist dies einer der schönsten Punkte der sogenannten sächsisch. Schweiz, oder des Quadersandstein-Gebirges der Elbe.
—	—	derselbe	desgl.	17. Juny 1819.	1 U. 00 N.	314,58	21,0	Hr. Winkler in Dresden, 7,3 Toisen über dem Elbspiegel.	331,22	24,0	1415,4	1627,7	1729,40	1988,7		

qui en modifient les propriétés, augmentés d'une instruction élémentaire et pratique destinée à servir de guide dans l'application du baromètre à la mesure des hauteurs, par L. Ramond, Baron de l'Empire etc. Un Vol. in 4. à Paris, chez Mr. V. Courcier, quai des Augustins, No. 57.

Mémoire sur la mesure des hauteurs à l'aide du Baromètre par M. D'Aubuisson, Ingénieur des Mines. (Ist im Journal de Physique, im Juni und Juli 1810, abgedruckt.)

Tables barométriques portatives donnant les différences de niveau par une simple soustraction, avec une instruction contenant l'histoire de la Formule, et sa démonstration complète par les simples élémens de l'Algèbre, à l'usage des Ingénieurs, des Physiciens, des Naturalistes et de tous les Voyageurs; par M. Biot. Brochure in 8. de 50 pages avec 8 pages de Tables; à Paris chez Klostermann fils, Libraire.

Luz, Obercaplan in Gunzenhausen, vollständige und auf Erfahrung gegründete Beschreibung von allen Barometern, wie sie zu verfertigen, zu berichtigen, übereinstimmend zu machen und zu Höhenmessungen anzuwenden. Nürnberg und Leipzig, bei A. G. Schneider. 1784. 8.

Desselben Anweisung Thermometer zu verfertigen. Nürnberg, 1781.

T. Mayers praktische Geometrie. 4te Auflage. 2ter Theil.

J. F. Benzenberg, Beschreibung eines einfachen Reise-Barometers. Nebst einer Anleitung zur leichten Berechnung der Berghöhen. Mit 1 Kupfer. Düsseldorf, bei Schreiner. 1811.

J. J. Littrow, Dr. und Prof. der Astronomie. Ueber Hö-

henmessungen durch das Barometer, in 4. Wien, bei Wallishäuser. 1823.

C. L. G. Winkler, Dr. Tafeln zur Berechnung der Höhen aus beobachteten Baro- und Thermometerständen, nebst den briggischen Logarithmen aller natürlichen Zahlen von 1 bis 10000. Halle, bei Friedr. Ruff. 1826.

Die folgenden Bände von Gilberts Annalen der Physik, nämlich:

XIV. XX. XXV. XXVI. XXVII. XXVIII. XXXIV. XXXV. XXXVI. XLI. XLII. LVI.

und fast die meisten physikalischen Werke.

Hypsometrische Tafeln

zur

Erleichterung der Berechnung barometrischer Nivellements

nach

Oltmanns Tafeln eingerichtet

und mit

verschiedenen Reduction-Tafeln vermehrt.

Tafel I.

N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.	Corr. d. L.	
													'	0,00
165	20 460	485	509	534	559	584	608	633	657	682	1	2	1°, 0	007
166	707	732	756	781	805	830	854	879	903	927	2	5	1, 5	011
167	952	976	*001	*025	*049	*074	*098	*123	*148	*172	3	7	2, 0	015
168	21 196	220	244	269	293	318	343	367	391	415	4	10	2, 5	019
169	439	463	487	511	535	559	584	608	633	657	5	12	3, 0	022
170	681	705	729	753	777	801	825	849	873	896	6	14	3, 5	026
171	920	944	968	991	*015	*039	*063	*087	*110	*134	7	17	4, 0	030
172	22 158	182	205	229	253	276	300	324	348	371	8	19	4, 5	034
173	395	419	442	465	489	513	536	560	583	606	9	22	5, 0	037
174	630	653	677	700	724	747	770	794	817	841			5, 5	041
175	864	887	911	934	958	981	*004	*028	*051	*074	1	2	6, 0	045
176	23 097	120	143	166	190	213	236	259	283	306	2	4	6, 5	049
177	329	352	375	398	421	444	467	490	513	536	3	7	7, 0	052
178	559	582	605	628	651	674	697	720	743	766	4	9	7, 5	056
179	788	811	833	856	879	901	924	947	970	992	5	11	8, 0	060
180	24 015	037	060	083	106	129	151	174	196	219	6	14	8, 5	064
181	242	264	287	309	332	355	377	399	422	445	7	16	9, 0	068
182	467	489	512	534	557	579	601	624	646	669	8	18	9, 5	071
183	691	713	735	757	780	802	824	846	869	891	9	20	10, 0	075
184	913	935	957	979	*002	*024	*046	*068	*091	*113				
185	25 135	157	179	201	223	245	267	289	311	333	1	2	10, 5	079
186	355	377	399	421	443	465	487	509	531	553	2	4	11, 0	083
187	574	596	618	640	661	683	705	727	749	770	3	6	11, 5	087
188	792	814	836	857	879	901	923	945	966	987	4	9	12, 0	090
189	26 009	030	052	073	095	117	138	160	181	203	5	11	12, 5	094
190	224	245	267	288	310	331	353	374	396	417	6	13	13, 0	098
191	439	460	482	503	524	545	567	588	609	631	7	15	13, 5	102
192	652	673	694	715	737	758	779	800	821	842	8	17	14, 0	105
193	864	886	907	928	949	970	991	*012	*033	*055	9	19	14, 5	109
194	27 076	097	118	139	160	181	202	223	244	265			15, 0	113
195	286	307	328	349	370	391	411	432	453	474	1	2	15, 5	117
196	495	516	537	558	578	599	620	641	661	682	2	4	16, 0	120
197	703	724	744	765	785	806	826	847	867	888	3	6	16, 5	124
198	909	929	950	970	991	*012	*032	*053	*074	*095	4	8	17, 0	128
199	28 115	135	156	176	197	217	238	258	279	299	5	10	17, 5	131
200	320	340	361	381	402	422	443	463	484	505	6	12	18, 0	135
201	525	545	565	585	605	625	645	665	685	706	7	14	18, 5	139
202	727	747	767	788	808	828	848	868	888	908	8	16	19, 0	143
203	928	948	968	989	*009	*029	*049	*069	*089	*109	9	18	19, 5	146
204	29 129	149	169	189	209	229	249	269	289	309			20, 0	150
N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.		

Fortsetzung

N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.	Corr. d.L.	
														0,00
205	29 329	349	369	389	409	429	448	468	488	508	1	2	1°, 0	007
206	528	548	568	587	607	627	647	667	686	706	2	4	1, 5	011
207	726	746	765	785	804	824	844	863	883	902	3	6	2, 0	015
208	922	942	961	981	*000	*020	*040	*059	*079	*098	4	8	2, 5	019
209	30 118	137	157	176	196	215	235	255	274	294	5	10	3, 0	022
210	313	332	352	371	391	410	429	449	468	487	6	12	3, 5	026
211	507	527	546	566	585	605	624	643	663	683	7	14	4, 0	030
212	702	721	740	759	778	798	817	836	855	874	8	16	4, 5	034
213	893	912	931	950	970	989	*008	*027	*046	*065	9	18	5, 0	037
214	31 084	104	123	142	161	180	199	218	237	256			5, 5	041
215	275	294	313	332	351	370	389	408	427	446	1	2	6, 0	045
216	465	484	503	522	540	559	578	597	615	634	2	4	6, 5	049
217	653	672	691	709	728	747	766	785	803	822	3	6	7, 0	052
218	841	860	879	897	916	935	953	972	991	*009	4	7	7, 5	056
219	32 028	047	065	084	102	121	140	158	177	195	5	9	8, 0	060
220	214	233	251	270	289	307	326	344	363	381	6	11	8, 5	064
221	399	418	437	455	474	492	511	529	548	566	7	13	9, 0	068
222	585	603	622	640	658	676	695	713	731	750	8	15	9, 5	071
223	768	786	804	823	841	859	877	895	914	932	9	17	10, 0	075
224	950	968	986	*005	*023	*041	*059	*077	*096	*114				
225	33 132	150	169	187	205	223	241	259	277	295	1	2	10, 5	079
226	313	332	350	368	386	404	422	440	458	476	2	4	11, 0	083
227	494	512	530	548	566	584	602	620	638	656	3	5	11, 5	087
228	674	692	709	727	745	763	781	799	816	834	4	7	12, 0	090
229	852	870	888	906	923	941	959	977	995	*012	5	9	12, 5	094
230	34 030	048	066	084	101	119	137	154	172	190	6	11	13, 0	098
231	208	225	243	260	278	296	313	331	349	366	7	12	13, 5	102
232	384	402	419	437	454	472	490	507	525	542	8	14	14, 0	105
233	560	577	595	612	630	647	665	682	700	717	9	16	14, 5	109
234	735	752	770	787	805	822	839	857	874	892			15, 0	113
235	909	926	944	961	978	996	*013	*030	*048	*065	1	2	15, 5	117
236	35 082	100	117	134	152	169	186	203	221	238	2	3	16, 0	120
237	255	272	290	307	324	341	358	376	393	410	3	5	16, 5	124
238	427	444	461	479	496	513	530	547	564	581	4	7	17, 0	128
239	599	616	633	650	667	684	701	718	735	752	5	8	17, 5	131
240	769	786	803	820	837	854	871	888	905	922	6	10	18, 0	135
241	939	956	973	990	*007	*024	*041	*058	*074	*091	7	12	18, 5	139
242	36 108	125	142	159	176	193	209	226	243	260	8	14	19, 0	143
243	277	294	310	327	344	361	378	394	411	428	9	15	19, 5	146
244	445	461	478	495	511	528	545	562	578	595			20, 0	150
N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.		

der Tafel I.

N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.	Corr.	d.L.
														0,00
245	36 612	628	645	662	678	695	711	728	745	761	1	2	1°, 0	007
246	778	795	811	828	844	861	878	894	911	927	2	3	1, 5	011
247	944	960	977	993	*010	*026	*043	*059	*076	*092	3	5	2, 0	015
248	37 109	125	142	159	175	192	209	225	242	259	4	6	2, 5	019
249	275	291	308	324	340	356	372	389	405	421	5	8	3, 0	022
250	437	453	469	486	502	519	535	551	568	584	6	10	3, 5	026
251	600	616	633	649	665	681	698	714	730	746	7	11	4, 0	030
252	763	779	795	811	827	843	860	876	892	908	8	13	4, 5	034
253	924	941	957	973	989	*005	*021	*037	*053	*069	9	14	5, 0	037
254	38 086	102	118	134	150	166	182	198	214	230			5, 5	041
255	246	262	278	294	310	326	342	358	374	390	1	2	6, 0	045
256	406	422	438	454	470	486	502	518	534	550	2	3	6, 5	049
257	565	581	597	613	629	645	661	677	692	708	3	5	7, 0	052
258	724	740	756	771	787	803	819	835	851	868	4	6	7, 5	056
259	882	898	914	929	945	961	977	992	*008	*024	5	8	8, 0	060
260	39 040	055	071	087	102	118	134	149	165	181	6	9	8, 5	064
261	196	212	228	243	259	274	290	306	321	337	7	11	9, 0	068
262	353	368	384	399	415	430	446	462	477	493	8	12	9, 5	071
263	508	523	539	555	570	586	601	617	632	648	9	14	10, 0	075
264	663	679	694	710	725	740	756	771	787	802				
265	818	833	848	864	879	895	910	925	941	956	1	1	10, 5	079
266	972	987	*002	*018	*033	*048	*064	*079	*094	*110	2	3	11, 0	083
267	40 125	140	155	171	186	201	217	232	247	263	3	4	11, 5	087
268	278	293	308	323	339	354	369	384	399	415	4	6	12, 0	090
269	430	445	460	475	490	506	521	536	551	566	5	7	12, 5	094
270	582	597	612	627	642	657	672	687	702	717	6	9	13, 0	098
271	732	748	763	778	793	808	823	838	853	868	7	10	13, 5	102
272	883	898	913	928	944	959	974	989	*004	*019	8	12	14, 0	105
273	41 034	049	064	079	094	109	124	138	153	168	9	13	14, 5	109
274	182	197	212	227	242	257	272	286	301	316			15, 0	113
275	331	346	361	376	390	405	420	435	450	465	1	1	15, 5	117
276	480	494	509	524	539	553	568	583	598	613	2	3	16, 0	120
277	627	642	657	671	686	701	716	730	745	760	3	4	16, 5	124
278	774	789	804	819	833	848	863	877	892	906	4	6	17, 0	128
279	921	936	950	965	980	994	*009	*023	*038	*053	5	7	17, 5	131
280	42 067	082	097	111	126	140	155	169	183	198	6	9	18, 0	135
281	213	228	242	257	271	286	300	315	329	344	7	10	18, 5	139
282	358	373	387	402	416	430	445	459	474	488	8	12	19, 0	143
283	503	517	532	546	560	575	589	604	618	633	9	13	19, 5	146
284	647	661	676	690	704	719	733	747	762	776			20, 0	150
N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.		

Fortsetzung

N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.	Corr.	d. L.
														0,00
285	42 790	805	819	834	848	863	877	891	906	920	1	1	1°, 0	007
286	935	949	963	977	991	*005	*020	*034	*048	*062	2	3	1, 5	011
287	43 076	090	105	119	133	147	161	176	190	204	3	4	2, 0	015
288	218	233	247	261	275	289	303	317	332	346	4	6	2, 5	019
289	360	374	388	402	416	431	445	459	473	487	5	7	3, 0	022
290	501	515	529	543	557	571	585	600	614	628	6	8	3, 5	026
291	642	656	670	684	698	712	726	740	754	768	7	10	4, 0	030
292	782	796	810	824	838	851	865	879	893	907	8	11	4, 5	034
293	921	935	949	963	977	991	*005	*019	*033	*047	9	13	5, 0	037
294	44 061	075	088	102	116	130	144	158	172	186			5, 5	041
295	200	213	227	241	255	268	282	296	310	324	1	1	6, 0	045
296	338	352	365	379	393	407	421	434	448	462	2	3	6, 5	049
297	476	489	503	517	531	544	558	572	585	599	3	4	7, 0	052
298	613	627	640	654	668	681	695	709	722	736	4	5	7, 5	056
299	750	763	777	791	804	818	832	845	859	873	5	7	8, 0	060
300	886	900	913	927	941	954	968	981	995	*009	6	8	8, 5	064
301	45 022	036	049	063	076	090	104	117	131	144	7	10	9, 0	068
302	158	171	185	198	212	225	239	252	266	279	8	11	9, 5	071
303	293	306	320	333	347	360	374	387	401	414	9	12	10, 0	075
304	428	441	454	468	481	495	508	521	535	548				
305	562	575	588	602	615	628	642	655	669	682	1	1	10, 5	079
306	695	709	722	735	749	762	775	789	802	815	2	3	11, 0	082
307	829	842	855	868	882	895	908	922	935	948	3	4	11, 5	087
308	962	975	988	*001	*014	*028	*041	*054	*067	*081	4	5	12, 0	090
309	46 094	107	120	134	147	160	173	186	200	213	5	7	12, 5	094
310	226	239	252	265	279	292	305	318	331	344	6	8	13, 0	098
311	357	370	384	397	410	423	436	449	462	476	7	9	13, 5	102
312	489	502	515	528	541	554	567	580	593	606	8	10	14, 0	105
313	619	632	645	658	671	684	698	711	724	737	9	12	14, 5	109
314	750	763	776	789	802	815	828	841	854	867			15, 0	113
315	880	893	906	919	932	945	958	971	983	996	1	1	15, 5	117
316	47 009	022	035	048	061	074	087	100	113	125	2	3	16, 0	120
317	138	151	164	177	190	203	215	228	241	254	3	4	16, 5	124
318	267	280	293	305	318	331	344	357	370	382	4	5	17, 0	128
319	395	408	421	434	446	459	472	485	498	510	5	6	17, 5	131
320	523	536	549	561	574	587	600	612	625	638	6	8	18, 0	135
321	651	663	676	689	701	714	727	739	752	765	7	9	18, 5	139
322	778	790	803	816	828	841	854	866	879	892	8	10	19, 0	143
323	904	917	930	942	955	967	980	993	*005	*018	9	11	19, 5	146
324	48 031	043	056	068	081	094	106	119	131	144			20, 0	150
N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.		

der Tafel I.

N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.	Corr. d. L.
325	48 157	169	182	194	207	219	232	244	257	269	1	1	Siehe die vorstehende Seite.
326	282	295	307	320	332	345	357	370	382	395	2	2	
327	407	420	432	445	457	470	482	495	507	520	3	4	
328	532	544	557	569	582	594	607	619	631	644	4	5	
329	656	669	681	694	706	718	731	743	756	768	5	6	
330	780	793	805	817	830	842	855	867	879	892	6	7	
331	904	916	929	941	953	966	978	990	*003	*015	7	9	
332	49 027	040	052	064	076	089	101	113	125	138	8	10	
333	150	162	174	187	199	211	224	236	248	260	9	11	
334	273	285	297	309	322	334	346	358	370	383			
335	395	407	419	432	444	456	468	481	493	505	1	1	
336	518	530	542	553	565	577	589	601	614	626	2	2	
337	638	650	662	674	686	699	711	723	735	747	3	4	
338	759	771	783	795	807	819	832	844	856	868	4	5	
339	880	892	904	916	928	940	952	964	976	988	5	6	
340	50 000	012	024	036	048	060	072	084	096	108	6	7	
341	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	7	8	
342	239	251	263	275	287	299	311	323	335	347	8	10	
343	359	371	383	395	407	419	431	443	455	467	9	11	
344	478	490	502	514	525	537	549	560	572	584			
345	596												
N.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	P.	P.	

Tafel II., enthaltend die Correction

	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	100.	200.	300.	400.	500.	600.	700.	800.
1°	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2
3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8
4	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4
5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
6	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6
7	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	2,8	4,2	5,6	7,0	8,4	9,8	11,2
8	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2	12,8
9	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4
10	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
11	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	4,4	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	17,6
12	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	4,8	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,2
13	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8
14	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	5,6	8,4	11,2	14,0	16,8	19,6	22,4
15	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0
16	0,3	0,6	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	6,4	9,6	12,8	16,0	19,2	22,4	25,6
17	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,1	3,4	6,8	10,2	13,6	17,0	20,4	23,8	27,2
18	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	7,2	10,8	14,4	18,0	21,6	25,2	28,8
19	0,4	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	3,4	3,8	7,6	11,4	15,2	19,0	22,8	26,6	30,4
20	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0
21	0,4	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,4	3,8	4,2	8,4	12,6	16,8	21,0	25,2	29,4	33,6
22	0,4	0,9	1,3	1,8	2,2	2,6	3,1	3,5	4,0	4,4	8,8	13,2	17,6	22,0	26,4	30,8	35,2
23	0,5	0,9	1,4	1,8	2,3	2,8	3,2	3,7	4,1	4,6	9,2	13,8	18,4	23,0	27,6	32,2	36,8
24	0,5	1,0	1,4	1,9	2,4	2,9	3,4	3,8	4,3	4,8	9,6	14,4	19,2	24,0	28,8	33,6	38,4
25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0
26	0,5	1,0	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,2	4,7	5,2	10,4	15,6	20,8	26,0	31,2	36,4	41,6
27	0,5	1,1	1,7	2,2	2,7	3,2	3,8	4,3	4,9	5,4	10,8	16,2	21,6	27,0	32,4	37,8	43,2
28	0,6	1,1	1,7	2,2	2,8	3,4	3,9	4,5	5,0	5,6	11,2	16,8	22,4	28,0	33,6	39,2	44,8
29	0,6	1,2	1,7	2,3	2,9	3,5	4,1	4,6	5,2	5,8	11,6	17,4	23,2	29,0	34,8	40,6	46,4
30	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,0	48,0

PP.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	100.	200.	300.	400.	500.	600.	700.	800.
0°,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
0,4	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
0,5	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,6	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
0,7	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1
0,8	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3
0,9	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4

wegen der Luft-Temperaturen.

	900.	1000.	1100.	1200.	1300.	1400.	1500.	1600.	1700.	1800.	1900.	2000.
1°	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0
3	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	8,4	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0
4	7,2	8,0	8,8	9,6	10,4	11,2	12,0	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0
5	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
6	10,8	12,0	13,2	14,4	15,6	16,8	18,0	19,2	20,4	21,6	22,8	24,0
7	12,6	14,0	15,4	16,8	18,2	19,6	21,0	22,4	23,8	25,2	26,6	28,0
8	14,4	16,0	17,6	19,2	20,8	22,4	24,0	25,6	27,2	28,8	30,4	32,0
9	16,2	18,0	19,8	21,6	23,4	25,2	27,0	28,8	30,6	32,4	34,2	36,0
10	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	36,0	38,0	40,0
11	19,8	22,0	24,2	26,4	28,6	30,8	33,0	53,2	37,4	39,6	41,8	44,0
12	21,6	24,0	26,4	28,8	31,2	33,6	36,0	38,4	40,8	43,2	45,6	48,0
13	23,4	26,0	28,6	31,2	33,8	36,4	39,0	41,6	44,2	46,8	49,4	52,0
14	25,2	28,0	30,8	33,6	36,4	39,2	42,0	44,8	47,6	50,4	53,2	56,0
15	27,0	30,0	33,0	36,0	39,0	42,0	45,0	48,0	51,0	54,0	57,0	60,0
16	28,8	32,0	35,2	38,4	41,6	44,8	48,0	51,2	54,4	57,6	60,8	64,0
17	30,6	34,0	37,4	40,8	44,2	47,6	51,0	54,4	57,8	61,2	64,6	68,0
18	32,4	36,0	39,6	43,2	46,8	50,4	54,0	57,6	61,2	64,8	68,4	72,0
19	34,2	38,0	41,8	45,6	49,4	53,2	57,0	60,8	64,6	68,4	72,2	76,0
20	36,0	40,0	44,0	48,0	52,0	56,0	60,0	64,0	68,0	72,0	76,0	80,0
21	37,8	42,0	46,2	50,4	54,6	58,8	63,0	67,2	71,4	75,6	79,8	84,0
22	39,6	44,0	48,4	52,8	57,2	61,6	66,0	70,4	74,8	79,2	83,6	88,0
23	41,4	46,0	50,6	55,2	59,8	64,4	69,0	73,6	78,2	82,8	87,4	92,0
24	43,2	48,0	52,8	57,6	62,4	67,2	72,0	76,8	81,6	86,4	91,2	96,0
25	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0	80,0	85,0	90,0	95,0	100,0
26	46,8	52,0	57,2	62,4	67,6	72,8	78,0	83,2	88,4	93,6	98,8	104,0
27	48,6	54,0	59,4	64,8	70,2	75,6	81,0	86,4	91,8	97,2	102,6	108,0
28	50,4	56,0	61,6	67,2	72,8	78,4	84,0	89,6	95,2	100,8	106,4	112,0
29	52,2	58,0	63,8	69,6	75,4	81,2	87,0	92,8	98,6	104,4	110,2	116,0
30	54,0	60,0	66,0	72,0	78,0	84,0	90,0	96,0	102,0	108,0	114,0	120,0

	900.	1000.	1100.	1200.	1300.	1400.	1500.	1600.	1700.	1800.	1900.	2000.
0°,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8
0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2
0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
0,5	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,6	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4
0,7	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8
0,8	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,0	3,2
0,9	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6

Fortsetzung der Tafel II. Correction

	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	100.	200.	300	400	500.	600.	700.	800
31°	0,6	1,2	1,9	2,5	3,1	3,7	4,3	5,0	5,6	6,2	12,4	18,6	24,8	31,0	37,2	43,4	49,6
32	0,6	1,3	1,9	2,6	3,2	3,8	4,5	5,1	5,8	6,4	12,8	19,2	25,6	32,0	38,4	44,8	51,2
33	0,7	1,3	2,0	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	5,9	6,6	13,2	19,8	26,4	33,0	39,6	46,2	52,8
34	0,7	1,4	2,0	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	13,6	20,4	27,2	34,0	40,8	47,6	54,4
35	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	14,0	21,0	28,0	35,0	42,0	49,0	56,0
36	0,7	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2	50,4	57,6
37	0,7	1,5	2,2	3,0	3,7	4,4	5,2	5,9	6,7	7,4	14,8	22,2	29,6	37,0	44,4	51,8	59,2
38	0,8	1,5	2,3	3,0	3,8	4,6	5,3	6,1	6,8	7,6	15,2	22,8	30,4	38,4	45,6	53,2	60,8
39	0,8	1,6	2,3	3,1	3,9	4,7	5,5	6,2	7,0	7,8	15,6	23,4	31,2	39,0	46,8	54,6	62,4
40	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	16,0	24,0	32,0	40,0	48,0	56,0	64,0
41	0,8	1,6	2,5	3,3	4,1	4,9	5,7	6,6	7,4	8,2	16,4	24,6	32,8	41,0	49,2	57,4	65,6
42	0,8	1,7	2,5	3,4	4,2	5,0	5,9	6,7	7,6	8,4	16,8	25,2	33,6	42,0	50,4	58,8	67,2
43	0,9	1,7	2,6	3,4	4,3	5,2	6,0	6,9	7,7	8,6	17,2	25,8	34,4	43,0	51,6	60,2	68,8
44	0,9	1,8	2,6	3,5	4,4	5,3	6,2	7,0	7,9	8,8	17,6	26,4	35,2	44,0	52,8	61,6	70,4
45	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	72,0
46	0,9	1,8	2,8	3,7	4,6	5,5	6,4	7,4	8,3	9,2	18,4	27,6	36,8	46,0	55,2	64,4	73,6
47	0,9	1,9	2,8	3,8	4,7	5,6	6,6	7,5	8,5	9,4	18,8	28,2	37,6	47,0	56,4	65,8	75,2
48	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,7	8,6	9,6	19,2	28,8	38,4	48,0	57,6	67,2	76,8
49	1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,8	8,8	9,8	19,6	29,4	39,2	49,0	58,8	68,6	78,4
50	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0
51	1,0	2,0	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,2	9,2	10,2	20,4	30,6	40,8	51,0	61,2	71,4	81,6
52	1,0	2,1	3,1	4,2	5,2	6,2	7,3	8,3	9,3	10,4	20,8	31,2	41,6	52,0	62,4	72,8	83,2
53	1,1	2,1	3,2	4,2	5,3	6,4	7,4	8,5	9,5	10,6	21,2	31,8	42,4	53,0	63,6	74,2	84,8
54	1,1	2,2	3,3	4,3	5,4	6,5	7,6	8,6	9,7	10,8	21,6	32,4	43,2	54,0	64,8	75,6	86,4
55	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11,0	22,0	33,0	44,0	55,0	66,0	77,0	88,0
56	1,1	2,2	3,4	4,5	5,6	6,7	7,8	9,0	10,1	11,2	22,4	33,6	44,8	56,0	67,2	78,4	89,6
57	1,1	2,3	3,4	4,6	5,7	6,8	8,0	9,1	10,3	11,4	22,8	34,2	45,6	57,0	68,4	79,8	91,2
58	1,2	2,3	3,5	4,6	5,8	7,0	8,1	9,3	10,4	11,6	23,2	34,8	46,4	58,0	69,6	81,2	92,8
59	1,2	2,4	3,5	4,7	5,9	7,1	8,3	9,4	10,6	11,8	23,6	35,4	47,2	59,0	70,8	82,6	94,4
60	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8	12,0	24,0	36,0	48,0	60,0	72,0	84,0	96,0

	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	100.	200.	300.	400.	500.	600.	700.	800.
0°,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5
0,4	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6
0,5	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,6	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
0,7	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1
0,8	.	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3
0,9	.	.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4

wegen der Luft-Temperaturen.

	900.	1000.	1100.	1200.	1300.	1400.	1500.	1600.	1700.	1800.	1900.	2000.
31°	55,8	62,0	68,2	74,4	80,6	86,8	93,0	99,2	105,4	111,6	117,8	124,0
32	57,6	64,0	70,4	76,8	83,2	89,6	96,0	102,4	108,8	115,2	121,6	128,0
33	59,4	66,0	72,6	79,2	85,8	92,4	99,0	105,6	112,2	118,8	125,4	132,0
34	61,2	68,0	74,8	81,6	88,4	95,2	102,0	108,8	115,6	122,4	129,2	136,0
35	63,0	70,0	77,0	84,0	91,0	98,0	105,0	112,0	119,0	126,0	133,0	140,0
36	64,8	72,0	79,2	86,4	93,6	100,8	108,0	115,2	122,4	129,6	136,8	144,0
37	66,6	74,0	81,4	88,8	96,2	103,6	111,0	118,4	125,8	133,2	140,6	148,0
38	68,4	76,0	83,6	91,2	98,8	106,4	114,0	121,6	129,2	136,8	144,4	152,0
39	70,2	78,0	85,8	93,6	101,4	109,2	117,0	124,8	132,6	140,4	148,2	156,0
40	72,0	80,0	88,0	96,0	104,0	112,0	120,0	128,0	136,0	144,0	152,0	160,0
41	73,8	82,0	90,2	98,4	106,6	114,8	123,0	131,2	139,4	147,6	155,8	164,0
42	75,6	84,0	92,4	100,8	109,2	117,6	126,0	134,4	142,8	151,2	159,6	168,0
43	77,4	86,0	94,6	103,2	111,8	120,4	129,0	137,6	146,2	154,8	163,4	172,0
44	79,2	88,0	96,8	105,6	114,4	123,2	132,0	140,8	149,6	158,4	167,2	176,0
45	81,0	90,0	99,0	108,0	117,0	126,0	135,0	144,0	153,0	162,0	171,0	180,0
46	82,8	92,0	101,2	110,4	119,6	128,8	138,0	147,2	156,4	165,6	174,8	184,0
47	84,6	94,0	103,4	112,8	122,2	131,6	141,0	150,4	159,8	169,2	178,6	188,0
48	86,4	96,0	105,6	115,2	124,8	134,4	144,0	153,6	163,2	172,8	182,4	192,0
49	88,2	98,0	107,8	117,6	127,4	137,2	147,0	156,8	166,6	176,4	186,2	196,0
50	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0	190,0	200,0
51	91,8	102,0	112,2	122,4	132,6	142,8	153,0	163,2	173,4	183,6	193,8	204,0
52	93,6	104,0	114,4	124,8	135,2	145,6	156,0	166,4	176,8	187,2	197,6	208,0
53	95,4	106,0	116,6	127,2	137,8	148,4	159,0	169,6	180,2	190,8	201,4	212,0
54	97,2	108,0	118,8	129,6	140,4	151,2	162,0	172,8	183,6	194,4	205,2	216,0
55	99,0	110,0	121,0	132,0	143,0	154,0	165,0	176,0	187,0	198,0	209,0	220,0
56	100,8	112,0	123,2	134,4	145,6	156,8	168,0	179,2	190,4	201,6	212,8	224,0
57	102,6	114,0	125,4	136,8	148,2	159,6	171,0	182,4	193,8	205,2	216,6	228,0
58	104,4	116,0	127,6	139,2	150,8	162,4	174,0	185,6	197,2	208,8	220,4	232,0
59	106,2	118,0	129,8	141,6	153,4	165,2	177,0	188,8	200,6	212,4	224,2	236,0
60	108,0	120,0	132,0	144,0	156,0	168,0	180,0	192,0	204,0	216,0	228,0	240,0

	900.	1000.	1100.	1200.	1300.	1400.	1500.	1600.	1700.	1800.	1900.	2000.
0°,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8
0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2
0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
0,5	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,6	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4
0,7	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8
0,8	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,0	3,2
0,9	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6

Tafel III.

Correction wegen der geogr. Breite und Verminderung der Schwere.

Arg. Geogr. Breite des Beob. Orts und A + A'.

T.	0°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
100	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
200	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
300	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,6	0,5
400	2,3	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6
500	2,9	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,8
600	3,5	3,4	3,3	3,1	2,9	2,6	2,3	2,1	1,8	1,5	1,3	1,0
700	4,1	4,0	3,8	3,6	3,4	3,1	2,7	2,4	2,1	1,8	1,5	1,1
800	4,6	4,5	4,4	4,2	3,8	3,5	3,1	2,8	2,4	2,0	1,7	1,3
900	5,2	5,1	4,9	4,7	4,3	4,0	3,5	3,1	2,7	2,3	1,9	1,4
1000	5,8	5,7	5,5	5,2	4,8	4,4	3,9	3,5	3,0	2,5	2,1	1,6
1100	6,4	6,3	6,0	5,7	5,3	4,8	4,3	3,8	3,3	2,8	2,3	1,8
1200	7,0	6,9	6,6	6,2	5,8	5,3	4,7	4,2	3,6	3,0	2,5	2,0
1300	7,6	7,5	7,2	6,8	6,3	5,8	5,2	4,6	4,0	3,4	2,8	2,2
1400	8,3	8,2	7,9	7,4	6,8	6,3	5,7	5,0	4,4	3,7	3,1	2,4
1500	9,0	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,1	5,4	4,7	4,0	3,3	2,6
1600	9,5	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,5	5,8	5,0	4,2	3,5	2,8
1700	10,2	10,0	9,6	9,1	8,4	7,8	7,0	6,2	5,4	4,6	3,8	3,0
1800	10,9	10,6	10,2	9,8	9,0	8,3	7,5	6,7	5,8	4,9	4,1	3,2
1900	11,5	11,2	10,7	10,3	9,5	8,8	7,9	7,1	6,1	5,2	4,2	3,4
2000	12,2	11,9	11,4	10,8	10,1	9,3	8,4	7,5	6,5	5,5	4,6	3,7
2100	13,0	12,6	12,1	11,4	10,8	9,9	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0
2200	13,6	13,3	12,8	12,1	11,4	10,5	9,5	8,5	7,4	6,4	5,3	4,3
2300	14,4	14,1	13,5	12,9	12,1	11,1	10,1	9,0	7,9	6,8	5,7	4,6
2400	15,1	14,7	14,2	13,5	12,7	11,7	10,6	9,5	8,3	7,1	6,0	4,9
2500	15,8	15,4	14,8	14,1	13,3	12,2	11,1	9,9	8,7	7,5	6,3	5,2
2600	16,5	16,1	15,5	14,8	13,9	12,8	11,6	10,4	9,1	7,8	6,6	5,4
2700	17,1	16,7	16,1	15,4	14,5	13,3	12,1	10,8	9,5	8,2	6,9	5,7
2800	17,8	17,4	16,8	16,0	15,1	13,9	12,6	11,3	9,9	8,5	7,2	5,9
2900	18,5	18,0	17,4	16,6	15,6	14,4	13,1	11,7	10,3	8,9	7,5	6,2
3000	19,2	18,7	18,1	17,2	16,2	15,0	13,6	12,2	10,7	9,2	7,8	6,4
	0°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°

Tafel

zur

Reduction der, bei verschiedenen Temperaturen beobachteten, Barometerstånde auf einerlei Temperatur

von

0°,1 bis mit 30° des hunderttheiligen Thermometers und für die Barometerstånde von 165 bis mit 344 Pariser Linien.

Quecks. Temp. Centigr.	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174
0°1	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
0,2	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
0,3	0,008	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
0,4	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
0,5	0,014	0,014	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,6	0,017	0,017	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
0,7	0,020	0,020	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
0,8	0,023	0,023	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,025
0,9	0,025	0,026	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,028
1°,0	0,029	0,029	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,031	0,031
2,0	0,059	0,059	0,060	0,060	0,060	0,061	0,061	0,061	0,062	0,062
3,0	0,089	0,089	0,090	0,090	0,091	0,091	0,092	0,092	0,093	0,094
4,0	0,118	0,119	0,120	0,121	0,121	0,122	0,123	0,123	0,124	0,125
5,0	0,148	0,149	0,150	0,151	0,152	0,153	0,154	0,154	0,155	0,156
6,0	0,178	0,179	0,180	0,181	0,182	0,183	0,184	0,185	0,186	0,188
7,0	0,208	0,209	0,210	0,211	0,213	0,214	0,215	0,216	0,217	0,219
8,0	0,237	0,239	0,240	0,242	0,243	0,245	0,246	0,247	0,248	0,250
9,0	0,267	0,269	0,270	0,272	0,274	0,275	0,277	0,278	0,279	0,282
10,0	0,297	0,299	0,300	0,302	0,304	0,306	0,308	0,309	0,311	0,313
11,0	0,326	0,328	0,330	0,332	0,334	0,336	0,338	0,340	0,342	0,344
12,0	0,356	0,358	0,360	0,363	0,365	0,367	0,369	0,371	0,373	0,376
13,0	0,386	0,388	0,390	0,393	0,395	0,398	0,400	0,402	0,404	0,407
14,0	0,415	0,418	0,420	0,423	0,426	0,428	0,431	0,433	0,435	0,438
15,0	0,445	0,448	0,450	0,454	0,456	0,459	0,462	0,464	0,466	0,470
16,0	0,475	0,478	0,480	0,484	0,487	0,490	0,492	0,495	0,497	0,501
17,0	0,505	0,508	0,510	0,514	0,517	0,520	0,523	0,526	0,528	0,532
18,0	0,534	0,538	0,540	0,544	0,548	0,551	0,554	0,557	0,559	0,564
19,0	0,564	0,568	0,570	0,575	0,578	0,581	0,585	0,588	0,591	0,595
20,0	0,594	0,598	0,600	0,605	0,609	0,612	0,616	0,619	0,622	0,627
21,0	0,623	0,628	0,630	0,635	0,639	0,643	0,647	0,650	0,653	0,658
22,0	0,653	0,658	0,660	0,665	0,669	0,673	0,677	0,681	0,684	0,689
23,0	0,683	0,687	0,690	0,696	0,700	0,704	0,708	0,712	0,715	0,721
24,0	0,713	0,717	0,720	0,726	0,730	0,735	0,739	0,743	0,746	0,752
25,0	0,742	0,747	0,750	0,756	0,761	0,765	0,769	0,774	0,777	0,783
26,0	0,772	0,777	0,780	0,787	0,791	0,796	0,801	0,805	0,808	0,815
27,0	0,802	0,807	0,810	0,817	0,822	0,827	0,831	0,836	0,839	0,846
28,0	0,831	0,837	0,840	0,847	0,852	0,857	0,862	0,867	0,871	0,877
29,0	0,861	0,867	0,870	0,877	0,883	0,887	0,893	0,898	0,902	0,909
30,0	0,891	0,897	0,900	0,908	0,913	0,918	0,924	0,929	0,933	0,940
Quecks. Temp.	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174

Quecks. Temp. Centigr.	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184
0°,1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
0,2	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
0,3	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
0,4	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,013	0,013
0,5	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
0,6	0,018	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
0,7	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
0,8	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,026	0,026	0,026	0,026
0,9	0,028	0,028	0,028	0,028	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
1°,0	0,031	0,031	0,031	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,033
2,0	0,063	0,063	0,063	0,064	0,064	0,064	0,065	0,065	0,065	0,066
3,0	0,094	0,095	0,095	0,096	0,096	0,097	0,097	0,098	0,098	0,099
4,0	0,126	0,126	0,127	0,128	0,129	0,129	0,130	0,131	0,131	0,132
5,0	0,157	0,158	0,159	0,160	0,161	0,162	0,163	0,163	0,164	0,165
6,0	0,189	0,190	0,191	0,192	0,193	0,194	0,195	0,196	0,197	0,198
7,0	0,220	0,221	0,223	0,224	0,225	0,226	0,228	0,229	0,230	0,232
8,0	0,252	0,253	0,255	0,256	0,258	0,259	0,260	0,262	0,263	0,265
9,0	0,283	0,285	0,287	0,288	0,290	0,291	0,293	0,295	0,296	0,298
10,0	0,315	0,317	0,318	0,320	0,322	0,324	0,326	0,327	0,329	0,331
11,0	0,346	0,348	0,350	0,352	0,354	0,356	0,358	0,360	0,362	0,364
12,0	0,378	0,380	0,382	0,384	0,387	0,389	0,391	0,393	0,395	0,397
13,0	0,409	0,412	0,414	0,416	0,419	0,420	0,423	0,426	0,428	0,430
14,0	0,441	0,443	0,446	0,449	0,451	0,452	0,456	0,459	0,461	0,464
15,0	0,472	0,475	0,478	0,481	0,483	0,485	0,489	0,491	0,494	0,497
16,0	0,504	0,507	0,510	0,513	0,516	0,518	0,521	0,524	0,527	0,530
17,0	0,536	0,539	0,542	0,545	0,548	0,551	0,554	0,557	0,560	0,563
18,0	0,567	0,570	0,574	0,577	0,580	0,583	0,587	0,590	0,593	0,596
19,0	0,599	0,602	0,605	0,609	0,612	0,616	0,619	0,623	0,626	0,629
20,0	0,631	0,634	0,637	0,641	0,645	0,648	0,652	0,655	0,659	0,663
21,0	0,662	0,665	0,669	0,673	0,677	0,681	0,684	0,688	0,692	0,696
22,0	0,693	0,697	0,701	0,705	0,709	0,713	0,717	0,720	0,725	0,729
23,0	0,725	0,729	0,733	0,737	0,741	0,745	0,750	0,754	0,758	0,762
24,0	0,756	0,761	0,765	0,769	0,774	0,778	0,782	0,787	0,791	0,795
25,0	0,788	0,792	0,797	0,801	0,806	0,810	0,815	0,819	0,824	0,828
26,0	0,819	0,824	0,829	0,833	0,838	0,843	0,847	0,852	0,857	0,861
27,0	0,851	0,856	0,861	0,865	0,870	0,874	0,880	0,885	0,890	0,895
28,0	0,882	0,887	0,892	0,898	0,903	0,908	0,913	0,918	0,923	0,928
29,0	0,914	0,919	0,924	0,930	0,935	0,940	0,945	0,950	0,956	0,961
30,0	0,945	0,951	0,956	0,962	0,967	0,972	0,978	0,983	0,989	0,994
Quecks. Temp.	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184

Quecks.

Quecks. Temp. Centigr.	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194
0°,1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
0,2	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
0,3	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
0,4	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
0,5	0,016	0,016	0,016	0,016	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
0,6	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
0,7	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,024	0,024	0,024	0,024
0,8	0,026	0,026	0,026	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
0,9	0,029	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,031	0,031	0,031
1°,0	0,033	0,033	0,033	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
2,0	0,066	0,067	0,067	0,067	0,068	0,068	0,068	0,069	0,069	0,069
3,0	0,100	0,100	0,101	0,101	0,102	0,102	0,103	0,103	0,104	0,104
4,0	0,133	0,134	0,134	0,135	0,136	0,136	0,137	0,138	0,139	0,139
5,0	0,166	0,167	0,168	0,169	0,170	0,171	0,172	0,172	0,173	0,174
6,0	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
7,0	0,233	0,234	0,235	0,237	0,238	0,239	0,240	0,242	0,243	0,244
8,0	0,266	0,268	0,269	0,270	0,272	0,273	0,275	0,276	0,278	0,279
9,0	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,311	0,311	0,314
10,0	0,333	0,335	0,336	0,338	0,340	0,342	0,344	0,345	0,347	0,349
11,0	0,366	0,368	0,370	0,372	0,374	0,376	0,378	0,380	0,382	0,384
12,0	0,399	0,402	0,404	0,406	0,408	0,410	0,412	0,415	0,417	0,419
13,0	0,433	0,435	0,438	0,440	0,442	0,445	0,447	0,449	0,452	0,454
14,0	0,466	0,469	0,471	0,474	0,476	0,478	0,481	0,483	0,486	0,489
15,0	0,499	0,502	0,505	0,508	0,510	0,513	0,516	0,518	0,521	0,524
16,0	0,533	0,536	0,539	0,541	0,544	0,547	0,550	0,553	0,556	0,559
17,0	0,566	0,569	0,572	0,575	0,578	0,581	0,585	0,588	0,591	0,594
18,0	0,599	0,603	0,606	0,609	0,612	0,616	0,619	0,622	0,625	0,629
19,0	0,633	0,636	0,639	0,643	0,647	0,650	0,653	0,657	0,660	0,664
20,0	0,666	0,670	0,673	0,677	0,681	0,684	0,688	0,691	0,695	0,699
21,0	0,699	0,703	0,707	0,711	0,715	0,718	0,722	0,726	0,730	0,734
22,0	0,733	0,737	0,741	0,745	0,749	0,753	0,757	0,761	0,765	0,769
23,0	0,766	0,770	0,774	0,779	0,783	0,787	0,791	0,795	0,799	0,803
24,0	0,799	0,804	0,808	0,812	0,817	0,821	0,825	0,830	0,834	0,838
25,0	0,833	0,837	0,842	0,846	0,851	0,855	0,860	0,864	0,869	0,873
26,0	0,866	0,871	0,876	0,880	0,885	0,890	0,894	0,899	0,904	0,908
27,0	0,899	0,904	0,909	0,914	0,919	0,924	0,929	0,933	0,938	0,943
28,0	0,933	0,938	0,943	0,948	0,953	0,958	0,963	0,968	0,973	0,978
29,0	0,966	0,971	0,977	0,982	0,987	0,992	0,998	1,003	1,008	1,013
30,0	0,999	1,005	1,010	1,016	1,021	1,027	1,032	1,037	1,043	1,048
Quecks. Temp.	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194

Quecks. Temp. Centigr.	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
0°,1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
0,2	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
0,3	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,011
0,4	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
0,5	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
0,6	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,022
0,7	0,024	0,024	0,024	0,024	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
0,8	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,029	0,029
0,9	0,031	0,031	0,031	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,033
1°,0	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
2,0	0,070	0,070	0,070	0,071	0,071	0,072	0,072	0,072	0,073	0,073
3,0	0,105	0,105	0,106	0,107	0,107	0,108	0,108	0,109	0,109	0,110
4,0	0,140	0,141	0,141	0,142	0,143	0,144	0,144	0,145	0,146	0,147
5,0	0,175	0,176	0,177	0,178	0,179	0,180	0,181	0,181	0,182	0,183
6,0	0,210	0,211	0,212	0,214	0,215	0,216	0,217	0,218	0,219	0,220
7,0	0,245	0,247	0,248	0,249	0,250	0,252	0,253	0,254	0,256	0,257
8,0	0,281	0,282	0,283	0,285	0,286	0,288	0,289	0,291	0,292	0,294
9,0	0,316	0,317	0,319	0,321	0,322	0,324	0,325	0,327	0,329	0,330
10,0	0,351	0,353	0,354	0,356	0,358	0,360	0,362	0,363	0,365	0,367
11,0	0,386	0,388	0,390	0,392	0,394	0,396	0,398	0,400	0,402	0,404
12,0	0,421	0,423	0,425	0,428	0,430	0,432	0,434	0,436	0,438	0,441
13,0	0,456	0,459	0,461	0,463	0,466	0,468	0,470	0,473	0,475	0,477
14,0	0,491	0,494	0,496	0,499	0,501	0,504	0,507	0,509	0,512	0,514
15,0	0,527	0,529	0,532	0,535	0,537	0,540	0,543	0,545	0,548	0,551
16,0	0,562	0,565	0,567	0,570	0,573	0,576	0,579	0,583	0,585	0,588
17,0	0,597	0,600	0,603	0,606	0,609	0,612	0,615	0,618	0.621	0,624
18,0	0,632	0,635	0,638	0,642	0,645	0,648	0,651	0,655	0,658	0,661
19,0	0,667	0,670	0,674	0,677	0,681	0,684	0,688	0,691	0,694	0,698
20,0	0,702	0,706	0,709	0,713	0,717	0,720	0,724	0,727	0,731	0,735
21,0	0,737	0,741	0,745	0,749	0,752	0,756	0,760	0,764	0,768	0,771
22,0	0,772	0,776	0,780	0,784	0,788	0,792	0,796	0,800	0,804	0,808
23,0	0,808	0,812	0,816	0,820	0,824	0,828	0,832	0,837	0,841	0,845
24,0	0,843	0,847	0,851	0,856	0,860	0,864	0,869	0,873	0,877	0,882
25,0	0,878	0,882	0,887	0,891	0,896	0,900	0,905	0,909	0,914	0,918
26,0	0,913	0,918	0,922	0,927	0,932	0,936	0,941	0,946	0,950	0,955
27,0	0,948	0,953	0,958	0,963	0,968	0,972	0,977	0,982	0,987	0,992
28,0	0,983	0,988	0,993	0,998	1,003	1,008	1,014	1,019	1,024	1,029
29,0	1,018	1,024	1,029	1,034	1,039	1,044	1,050	1,055	1,060	1,065
30,0	1,054	1,059	1,064	1,070	1,075	1,081	1,086	1,091	1,097	1,102
Quecks. Temp.	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204

Quecks. Temp. Centigr.	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214
0°,1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
0,2	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
0,3	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
0,4	0,014	0,014	0,014	0,014	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,5	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,019	0,019	0,019	0,019
0,6	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,023	0,023
0,7	0,025	0,025	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
0,8	0,029	0,029	0,029	0,029	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
0,9	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
1°,0	0,036	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,038	0,038	0,038	0,038
2,0	0,073	0,074	0,074	0,074	0,075	0,075	0,076	0,076	0,076	0,077
3,0	0,110	0,111	0,111	0,112	0,112	0,113	0,114	0,114	0,115	0,115
4,0	0,147	0,148	0,149	0,149	0,150	0,151	0,152	0,152	0,153	0,154
5,0	0,184	0,185	0,186	0,187	0,188	0,189	0,190	0,190	0,191	0,192
6,0	0,221	0,222	0,223	0,224	0,225	0,227	0,228	0,229	0,230	0,231
7,0	0,258	0,259	0,261	0,262	0,263	0,264	0,266	0,267	0,268	0,269
8,0	0,295	0,296	0,298	0,299	0,301	0,302	0,304	0,305	0,307	0,308
9,0	0,332	0,334	0,335	0,337	0,338	0,340	0,342	0,343	0,345	0,347
10,0	0,369	0,371	0,372	0,374	0,376	0,378	0,380	0,381	0,383	0,385
11,0	0,406	0,408	0,410	0,412	0,414	0,416	0,418	0,420	0,422	0,424
12,0	0,443	0,445	0,447	0,449	0,451	0,454	0,456	0,458	0,460	0,462
13,0	0,480	0,482	0,484	0,487	0,489	0,491	0,494	0,496	0,498	0,501
14,0	0,517	0,519	0,522	0,524	0,527	0,529	0,532	0,534	0,537	0,539
15,0	0,554	0,556	0,559	0,562	0,564	0,567	0,570	0,572	0,575	0,578
16,0	0,590	0,593	0,596	0,599	0,602	0,605	0,608	0,611	0,614	0,616
17,0	0,627	0,630	0,634	0,637	0,640	0,643	0,646	0,649	0,652	0,655
18,0	0,664	0,668	0,671	0,674	0,677	0,681	0,684	0,687	0,690	0,694
19,0	0,701	0,705	0,708	0,712	0,715	0,718	0,722	0,725	0,729	0,732
20,0	0,738	0,742	0,745	0,749	0,753	0,756	0,760	0,763	0,767	0,771
21,0	0,775	0,779	0,783	0,787	0,790	0,794	0,798	0,802	0,805	0,809
22,0	0,812	0,816	0,820	0,824	0,828	0,832	0,836	0,840	0,844	0,848
23,0	0,849	0,853	0,857	0,861	0,866	0,870	0,874	0,878	0,882	0,886
24,0	0,886	0,890	0,895	0,899	0,903	0,908	0,912	0,916	0,921	0,925
25,0	0,923	0,927	0,932	0,936	0,941	0,945	0,950	0,954	0,959	0,963
26,0	0,960	0,965	0,969	0,974	0,979	0,983	0,988	0,993	0,997	1,002
27,0	0,997	1,002	1,006	1,011	1,016	1,021	1,026	1,031	1,036	1,041
28,0	1,034	1,039	1,044	1,049	1,054	1,059	1,064	1,069	1,074	1,079
29,0	1,071	1,076	1,081	1,086	1,092	1,097	1,102	1,107	1,112	1,118
30,0	1,108	1,113	1,118	1,124	1,129	1,135	1,140	1,145	1,151	1,156
Quecks. Temp.	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214

Quecks. Temp. Centigr.	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224
0°,1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004
0,2	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008	0,008
0,3	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012
0,4	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,016
0,5	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,020	0,020	0,020
0,6	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,024	0,024	0,024
0,7	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,028	0,028	0,028
0,8	0,030	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,032	0,032	0,032
0,9	0,034	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,036	0,036	0,036
1°,0	0,038	0,038	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,040	0,040	0,040
2,0	0,077	0,077	0,078	0,078	0,078	0,079	0,079	0,080	0,080	0,080
3,0	0,116	0,116	0,117	0,117	0,118	0,118	0,119	0,120	0,120	0,121
4,0	0,154	0,155	0,156	0,157	0,157	0,158	0,159	0,160	0,160	0,161
5,0	0,193	0,194	0,195	0,196	0,197	0,198	0,199	0,200	0,200	0,201
6,0	0,232	0,233	0,234	0,235	0,236	0,237	0,238	0,240	0,241	0,242
7,0	0,271	0,272	0,273	0,274	0,276	0,277	0,278	0,280	0,281	0,282
8,0	0,309	0,311	0,312	0,314	0,315	0,317	0,318	0,320	0,321	0,322
9,0	0,348	0,350	0,351	0,353	0,355	0,356	0,358	0,360	0,361	0,363
10,0	0,387	0,389	0,390	0,392	0,394	0,396	0,398	0,400	0,401	0,403
11,0	0,426	0,428	0,430	0,432	0,434	0,436	0,438	0,440	0,441	0,443
12,0	0,464	0,467	0,469	0,471	0,473	0,475	0,477	0,480	0,482	0,484
13,0	0,503	0,505	0,508	0,510	0,512	0,515	0,517	0,520	0,522	0,524
14,0	0,542	0,544	0,547	0,549	0,552	0,554	0,557	0,560	0,562	0,565
15,0	0,581	0,583	0,586	0,589	0,591	0,594	0,597	0,600	0,602	0,605
16,0	0,619	0,622	0,625	0,628	0,631	0,634	0,637	0,640	0,642	0,645
17,0	0,658	0,661	0,664	0,667	0,670	0,673	0,676	0,680	0,683	0,686
18,0	0,697	0,700	0,703	0,707	0,710	0,713	0,716	0,720	0,723	0,726
19,0	0,736	0,739	0,742	0,746	0,749	0,753	0,756	0,760	0,763	0,766
20,0	0,774	0,778	0,781	0,785	0,789	0,792	0,796	0,800	0,803	0,807
21,0	0,814	0,817	0,821	0,824	0,828	0,832	0,836	0,840	0,843	0,847
22,0	0,852	0,856	0,860	0,864	0,868	0,872	0.876	0,880	0,883	0,887
23,0	0,890	0,895	0,899	0,903	0,907	0.911	0,915	0,920	0,924	0,928
24,0	0,929	0,934	0,938	0,942	0,947	0,951	0,955	0,960	0,964	0,968
25,0	0,968	0,972	0,977	0,981	0,986	0,990	0,995	1,000	1,004	1,009
26,0	1,007	1,011	1,016	1,021	1,025	1,030	1,035	1,040	1,044	1,049
27,0	1,045	1,050	1,054	1,060	1,065	1,070	1,075	1,080	1,084	1,089
28,0	1,084	1,089	1,094	1,099	1,104	1,109	1,114	1,120	1,125	1,130
29,0	1,123	1,128	1,133	1,139	1,144	1,149	1,154	1,160	1,165	1,170
30,0	1,162	1,167	1.172	1,178	1,183	1,189	1,194	1,200	1,205	1,210
Quecks. Temp.	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224

Quecks. Temp. Centigr.	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234
0°,1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
0,2	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
0,3	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
0,4	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
0,5	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,021
0,6	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,025	0,025	0,025
0,7	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
0,8	0,032	0,032	0,032	0,032	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
0,9	0,036	0,036	0,036	0,036	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
1°,0	0,040	0,040	0,040	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041
2,0	0,081	0,081	0,081	0,082	0,082	0,082	0,083	0,083	0,083	0,084
3,0	0,121	0,122	0,122	0,123	0,123	0,124	0,124	0,125	0,125	0,126
4,0	0,162	0,162	0,163	0,164	0,165	0,165	0,166	0,167	0,167	0,168
5,0	0,202	0,203	0,204	0,205	0,206	0,207	0,208	0,209	0,209	0,210
6,0	0,243	0,244	0,245	0,246	0,247	0,248	0,249	0,250	0,251	0,252
7,0	0,283	0,285	0,286	0,287	0,288	0,290	0,291	0,292	0,293	0,295
8,0	0,324	0,325	0,327	0,328	0,330	0,331	0,332	0,334	0,335	0,337
9,0	0,364	0,366	0,368	0,369	0,371	0,372	0,374	0,376	0,377	0,379
10,0	0,405	0,407	0,409	0,410	0,412	0,414	0,416	0,418	0,419	0,421
11,0	0,445	0,447	0,449	0,451	0,453	0,455	0,457	0,459	0,461	0,463
12,0	0,486	0,488	0,490	0,492	0,495	0,497	0,499	0,501	0,503	0,505
13,0	0,527	0,529	0,531	0,534	0,536	0,538	0,541	0,543	0,545	0,548
14,0	0,567	0,570	0,572	0,575	0,577	0,580	0,582	0,585	0,587	0,590
15,0	0,608	0,610	0,613	0,616	0,618	0,621	0,624	0,627	0,628	0,632
16,0	0,648	0,651	0,654	0,657	0,660	0,663	0,665	0,668	0,671	0,674
17,0	0,689	0,692	0,695	0,698	0,701	0,704	0,707	0,710	0,713	0,716
18,0	0,729	0,732	0,736	0,739	0,742	0,745	0,749	0,752	0,755	0,758
19,0	0,770	0,773	0,777	0,780	0,783	0,787	0,790	0,794	0,797	0,801
20,0	0,810	0,814	0,818	0,821	0,825	0,828	0,832	0,836	0,839	0,843
21,0	0,851	0,855	0,858	0,862	0,866	0,870	0,874	0,877	0,881	0,885
22,0	0,891	0,895	0,899	0,903	0,907	0,911	0,915	0,919	0,923	0,927
23,0	0,932	0,936	0,940	0,944	0,949	0,953	0,957	0,961	0,965	0,969
24,0	0,972	0,977	0,981	0,985	0,990	0,994	0,998	1,003	1,007	1,011
25,0	1,013	1,018	1,022	1,027	1,031	1,036	1,040	1,045	1,049	1,054
26,0	1,053	1,058	1,063	1,068	1,072	1,077	1,082	1,086	1,091	1,096
27,0	1,094	1,099	1,104	1,109	1,114	1,118	1,123	1,128	1,133	1,138
28,0	1,135	1,140	1,145	1,150	1,155	1,160	1,165	1,170	1,175	1,180
29,0	1,175	1,180	1,186	1,191	1,196	1,201	1,207	1,212	1,217	1,222
30,0	1,216	1,221	1,227	1,232	1,237	1,243	1,248	1,254	1,259	1,264
Quecks. Temp.	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234

Quecks. Temp. Centigr.	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244
0°,1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
0,2	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
0,3	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,013	0,013
0,4	0,016	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
0,5	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
0,6	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,026	0,026	0,026	0,026
0,7	0,029	0,029	0,029	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
0,8	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035	0,035
0,9	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,039	0,039	0,039	0,039
1°,0	0,042	0,042	0,042	0,042	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
2,0	0,084	0,085	0,085	0,085	0,086	0,086	0,086	0,087	0,087	0,087
3,0	0,127	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129	0,130	0,130	0,131	0,131
4,0	0,169	0,170	0,170	0,171	0,172	0,172	0,173	0,174	0,175	0,175
5,0	0,211	0,212	0,213	0,214	0,215	0,216	0,217	0,218	0,218	0,219
6,0	0,254	0,255	0,256	0,257	0,258	0,259	0,260	0,261	0,262	0,263
7,0	0,296	0,297	0,298	0,300	0,301	0,302	0,303	0,305	0,306	0,307
8,0	0,338	0,340	0,341	0,343	0,344	0,345	0,347	0,348	0,350	0,351
9,0	0,381	0,382	0,384	0,385	0,387	0,389	0,390	0,392	0,394	0,395
10,0	0,423	0,425	0,427	0,428	0,430	0,432	0,434	0,436	0,437	0,439
11,0	0,465	0,467	0,469	0,471	0,473	0,475	0,477	0,479	0,481	0,483
12,0	0,508	0,510	0,512	0,514	0,516	0,518	0,521	0,523	0,525	0,527
13,0	0,550	0,552	0,555	0,557	0,559	0,562	0,564	0,566	0,569	0,571
14,0	0,592	0,595	0,597	0,600	0,602	0,605	0,607	0,610	0,612	0,615
15,0	0,635	0,637	0,640	0,643	0,645	0,648	0,651	0,654	0,656	0,659
16,0	0,677	0,680	0,683	0,686	0,689	0,691	0,694	0,697	0,700	0,703
17,0	0,719	0,722	0,725	0,729	0,732	0,735	0,738	0,741	0,744	0,747
18,0	0,762	0,765	0,769	0,771	0,775	0,778	0,781	0,784	0,788	0,791
19,0	0,804	0,807	0,811	0,814	0,818	0,821	0,825	0,828	0,831	0,835
20,0	0,846	0,850	0,854	0,857	0,861	0,864	0,868	0,872	0,875	0,879
21,0	0,889	0,892	0,896	0,900	0,904	0,908	0,911	0,915	0,919	0,922
22,0	0,931	0,935	0,939	0,943	0,947	0,951	0,955	0,959	0,963	0,967
23,0	0,973	0,978	0,982	0,986	0,990	0,994	0,998	1,002	1,007	1,011
24,0	1,016	1,020	1,024	1,029	1,033	1,037	1,042	1,046	1,050	1,055
25,0	1,058	1,063	1,067	1,072	1,076	1,081	1,085	1,090	1,094	1,099
26,0	1,100	1,105	1,110	1,114	1,119	1,124	1,129	1,133	1,138	1,143
27,0	1,143	1,148	1,152	1,157	1,162	1,167	1,172	1,177	1,182	1,187
28,0	1,185	1,190	1,195	1,200	1,205	1,210	1,215	1,220	1,225	1,230
29,0	1,227	1,233	1,238	1,243	1,248	1,254	1,258	1,264	1,269	1,274
30,0	1,270	1,275	1,281	1,286	1,291	1,297	1,302	1,308	1,313	1,318
Quecks. Temp.	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244

Quecks. Temp. Centigr.	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254
0°,1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
0,2	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
0,3	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
0,4	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
0,5	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
0,6	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
0,7	0,030	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,032
0,8	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
0,9	0,039	0,039	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,041	0,041
1°,0	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
2,0	0,088	0,088	0,089	0,089	0,089	0,090	0,090	0,090	0,091	0,091
3,0	0,132	0,132	0,133	0,134	0,134	0,135	0,135	0,136	0,136	0,137
4,0	0,176	0,177	0,178	0,178	0,179	0,180	0,180	0,181	0,182	0,183
5,0	0,220	0,221	0,222	0,223	0,224	0,225	0,226	0,227	0,227	0,228
6,0	0,264	0,265	0,267	0,268	0,269	0,270	0,271	0,272	0,273	0,274
7,0	0,309	0,310	0,311	0,312	0,314	0,315	0,316	0,317	0,319	0,320
8,0	0,353	0,354	0,356	0,357	0,358	0,360	0,361	0,363	0,364	0,366
9,0	0,397	0,398	0,400	0,402	0,403	0,405	0,407	0,408	0,410	0,411
10,0	0,441	0,443	0,445	0,446	0,448	0,450	0,452	0,454	0,455	0,457
11,0	0,485	0,487	0,489	0,491	0,493	0,495	0,497	0,499	0,501	0,503
12,0	0,529	0,531	0,534	0,536	0,538	0,540	0,542	0,544	0,547	0,549
13,0	0,573	0,576	0,578	0,580	0,583	0,585	0,587	0,590	0,592	0,594
14,0	0,618	0,620	0,623	0,625	0,628	0,630	0,633	0,635	0,638	0,640
15,0	0,662	0,664	0,667	0,670	0,672	0,675	0,678	0,681	0,683	0,686
16,0	0,706	0,709	0,712	0,714	0,717	0,720	0,723	0,726	0,729	0,732
17,0	0,750	0,753	0,756	0,759	0,762	0,765	0,768	0,771	0,774	0,777
18,0	0,794	0,797	0,801	0,804	0,807	0,810	0,814	0,817	0,820	0,823
19,0	0,838	0,842	0,845	0,848	0,852	0,855	0,859	0,862	0,866	0,869
20,0	0,882	0,886	0,890	0,893	0,897	0,900	0,904	0,908	0,911	0,915
21,0	0,927	0,930	0,934	0,938	0,942	0,945	0,949	0,953	0,957	0,961
22,0	0,971	0,975	0,979	0,983	0,987	0,990	0,994	0,998	1,002	1,006
23,0	1,015	1,019	1,023	1,027	1,031	1,035	1,040	1,044	1,048	1,052
24,0	1,059	1,063	1,068	1,072	1,076	1,080	1,085	1,089	1,094	1,098
25,0	1,103	1,108	1,112	1,117	1,121	1,125	1,130	1,135	1,139	1,144
26,0	1,147	1,152	1,157	1,161	1,166	1,170	1,175	1,180	1,185	1,189
27,0	1,191	1,197	1,201	1,206	1,211	1,215	1,221	1,225	1,230	1,235
28,0	1,236	1,241	1,246	1,251	1,256	1,260	1,266	1,271	1,276	1,281
29,0	1,280	1,285	1,290	1,295	1,301	1,305	1,311	1,316	1,321	1,327
30,0	1,324	1,329	1,335	1,340	1,345	1,351	1,356	1,362	1,367	1,372
Quecks. Temp.	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254

Quecks. Temp. Centigr.	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264
0°1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
0,2	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
0,3	0,013	0,013	0,013	0,013	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
0,4	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,019
0,5	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023
0,6	0,027	0,027	0,027	0,027	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
0,7	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,033	0,033	0,033
0,8	0,036	0,036	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,038
0,9	0,041	0,041	0,041	0,041	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
1°,0	0,045	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,047	0,047	0,047	0,047
2,0	0,091	0,092	0,092	0,092	0,093	0,093	0,094	0,094	0,094	0,095
3,0	0,137	0,138	0,138	0,139	0,140	0,140	0,141	0,141	0,142	0,142
4,0	0,183	0,184	0,185	0,185	0,186	0,187	0,188	0,188	0,189	0,190
5,0	0,229	0,230	0,231	0,232	0,233	0,234	0,235	0,236	0,236	0,237
6,0	0,275	0,276	0,277	0,278	0,280	0,281	0,282	0,283	0,284	0,285
7,0	0,321	0,322	0,324	0,325	0,326	0,327	0,329	0,330	0,331	0,332
8,0	0,367	0,369	0,370	0,371	0,373	0,374	0,376	0,377	0,379	0,380
9,0	0,413	0,415	0,416	0,418	0,420	0,421	0,423	0,424	0,426	0,428
10,0	0,459	0,461	0,463	0,464	0,466	0,468	0,470	0,472	0,473	0,475
11,0	0,505	0,507	0,509	0,511	0,513	0,515	0,517	0,519	0,521	0,523
12,0	0,551	0,553	0,555	0,557	0,560	0,562	0,564	0,566	0,568	0,570
13,0	0,597	0,599	0,601	0,604	0,606	0,609	0,611	0,613	0,616	0,618
14,0	0,643	0,645	0,648	0,650	0,653	0,655	0,658	0,660	0,663	0,665
15,0	0,689	0,691	0,694	0,697	0,700	0,702	0,705	0,708	0,710	0,713
16,0	0,735	0,738	0,740	0,743	0,746	0,749	0,752	0,755	0,758	0,761
17,0	0,781	0,784	0,787	0,790	0,793	0,796	0,799	0,802	0,805	0,808
18,0	0,827	0,830	0,833	0,836	0,840	0,843	0,846	0,849	0,852	0,856
19,0	0,873	0,876	0,879	0,883	0,886	0,890	0,893	0,896	0,900	0,903
20,0	0,918	0,922	0,926	0,929	0,933	0,936	0,940	0,944	0,947	0,951
21,0	0,964	0,968	0,972	0,976	0,980	0,983	0,987	0,991	0,995	0,998
22,0	1,010	1,014	1,018	1,022	1,026	1,030	1,034	1,038	1,042	1,046
23,0	1,056	1,060	1,065	1,069	1,073	1,077	1,081	1,085	1,089	1,094
24,0	1,102	1,107	1,111	1,115	1,120	1,124	1,128	1,132	1,137	1,141
25,0	1,148	1,153	1,157	1,161	1,166	1,171	1,175	1,180	1,184	1,189
26,0	1,194	1,199	1,203	1,208	1,213	1,218	1,222	1,227	1,232	1,236
27,0	1,240	1,245	1,250	1,255	1,260	1,264	1,269	1,274	1,279	1,284
28,0	1,286	1,291	1,296	1,301	1,306	1,311	1,316	1,321	1,326	1,331
29,0	1,332	1,337	1,342	1,348	1,3[illegible]	1,358	1,363	1,369	1,374	1,379
30,0	1,378	1,383	1,389	1,394	1,400	1,405	1,410	1,416	1,421	1,427
Quecks. Temp.	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264

Quecks. Temp. Centigr.	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274
0°,1	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
0,2	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
0,3	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
0,4	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
0,5	0,023	0,023	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
0,6	0,028	0,028	0,028	0,028	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
0,7	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
0,8	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,039	0,039	0,039	0,039
0,9	0,042	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,044	0,044	0,044
1°,0	0,047	0,047	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,049	0,049	0,049
2,0	0,095	0,095	0,096	0,096	0,096	0,097	0,097	0,098	0,098	0,098
3,0	0,143	0,143	0,144	0,144	0,145	0,145	0,146	0,147	0,147	0,148
4,0	0,190	0,191	0,192	0,193	0,193	0,194	0,195	0,196	0,196	0,197
5,0	0,238	0,239	0,240	0,241	0,242	0,243	0,244	0,245	0,245	0,246
6,0	0,286	0,287	0,288	0,289	0,290	0,291	0,292	0,294	0,295	0,296
7,0	0,334	0,335	0,336	0,338	0,339	0,340	0,341	0,343	0,344	0,345
8,0	0,381	0,383	0,384	0,386	0,387	0,389	0,390	0,392	0,393	0,394
9,0	0,429	0,431	0,432	0,434	0,436	0,437	0,439	0,441	0,442	0,444
10,0	0,477	0,479	0,481	0,482	0,484	0,486	0,488	0,490	0,491	0,493
11,0	0,525	0,527	0,529	0,531	0,533	0,535	0,537	0,539	0,541	0,543
12,0	0,572	0,575	0,577	0,579	0,581	0,583	0,585	0,588	0,590	0,592
13,0	0,620	0,623	0,625	0,627	0,630	0,632	0,634	0,637	0,639	0,641
14,0	0,668	0,671	0,673	0,676	0,678	0,681	0,683	0,686	0,688	0,691
15,0	0,716	0,719	0,721	0,724	0,727	0,729	0,732	0,735	0,737	0,740
16,0	0,763	0,767	0,769	0,772	0,775	0,778	0,781	0,784	0,787	0,790
17,0	0,811	0,815	0,817	0,820	0,823	0,827	0,830	0,833	0,836	0,839
18,0	0,859	0,863	0,866	0,869	0,872	0,875	0,878	0,882	0,885	0,888
19,0	0,907	0,911	0,914	0,917	0,920	0,924	0,927	0,931	0,934	0,938
20,0	0,954	0,958	0,962	0,965	0,969	0,972	0,976	0,980	0,983	0,987
21,0	1,002	1,006	1,010	1,014	1,017	1,021	1,025	1,029	1,032	1,036
22,0	1,050	1,054	1,058	1,062	1,066	1,070	1,074	1,078	1,082	1,086
23,0	1,098	1,102	1,106	1,110	1,114	1,118	1,123	1,127	1,131	1,135
24,0	1,145	1,150	1,154	1,158	1,163	1,167	1,171	1,176	1,180	1,184
25,0	1,193	1,198	1,202	1,207	1,211	1,216	1,220	1,225	1,229	1,234
26,0	1,241	1,246	1,250	1,255	1,260	1,264	1,269	1,274	1,279	1,284
27,0	1,289	1,294	1,298	1,303	1,308	1,313	1,318	1,323	1,328	1,332
28,0	1,336	1,341	1,346	1,352	1,357	1,362	1,367	1,372	1,377	1,382
29,0	1,384	1,390	1,395	1,400	1,405	1,410	1,416	1,421	1,426	1,431
30,0	1,432	1,438	1,443	1,448	1,454	1,459	1,464	1,470	1,476	1,481
Quecks. Temp.	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274

Quecks. Temp. Centigr.	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284
0°,1	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
0,2	0,009	0,009	0,009	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
0,3	0,014	0,014	0,014	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,4	0,019	0,019	0,019	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
0,5	0,024	0,024	0,024	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
0,6	0,029	0,029	0,029	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
0,7	0,034	0,034	0,034	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,8	0,039	0,039	0,039	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
0,9	0,044	0,044	0,044	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
1°,0	0,049	0,049	0,049	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,051
2,0	0,099	0,099	0,099	0,100	0,100	0,100	0,101	0,101	0,101	0,102
3,0	0,148	0,149	0,149	0,150	0,150	0,151	0,151	0,152	0,152	0,153
4,0	0,198	0,198	0,199	0,200	0,201	0,201	0,202	0,203	0,203	0,204
5,0	0,247	0,248	0,249	0,250	0,251	0,252	0,253	0,254	0,254	0,255
6,0	0,297	0,298	0,299	0,300	0,301	0,302	0,303	0,304	0,305	0,307
7,0	0,346	0,348	0,349	0,350	0,351	0,353	0,354	0,355	0,356	0,358
8,0	0,396	0,397	0,399	0,400	0,402	0,403	0,405	0,406	0,407	0,409
9,0	0,445	0,447	0,449	0,450	0,452	0,454	0,455	0,457	0,458	0,460
10,0	0,495	0,497	0,499	0,500	0,502	0,504	0,506	0,508	0,509	0,511
11,0	0,545	0,547	0,549	0,550	0,552	0,554	0,556	0,558	0,560	0,562
12,0	0,594	0,596	0,598	0,600	0,603	0,605	0,607	0,609	0,611	0,614
13,0	0,644	0,646	0,648	0,651	0,653	0,655	0,658	0,660	0,662	0,665
14,0	0,693	0,696	0,698	0,702	0,703	0,706	0,708	0,711	0,713	0,716
15,0	0,743	0,745	0,748	0,751	0,753	0,756	0,759	0,762	0,764	0,767
16,0	0,792	0,795	0,798	0,801	0,804	0,807	0,810	0,812	0,815	0,818
17,0	0,842	0,845	0,848	0,851	0,854	0,857	0,860	0,863	0,866	0,869
18,0	0,891	0,895	0,898	0,901	0,904	0,908	0,911	0,914	0,917	0,921
19,0	0,941	0,944	0,948	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,968	0,971
20,0	0,990	0,994	0,998	1,001	1,005	1,009	1,012	1,016	1,019	1,023
21,0	1,040	1,044	1,048	1,051	1,055	1,059	1,063	1,067	1,071	1,074
22,0	1,090	1,094	1,098	1,101	1,105	1,109	1,113	1,117	1,121	1,125
23,0	1,139	1,143	1,147	1,152	1,156	1,160	1,164	1,168	1,172	1,176
24,0	1,189	1,193	1,197	1,202	1,206	1,210	1,215	1,219	1,223	1,228
25,0	1,238	1,243	1,247	1,252	1,256	1,261	1,265	1,270	1,274	1,279
26,0	1,288	1,292	1,297	1,302	1,307	1,311	1,316	1,321	1,325	1,330
27,0	1,337	1,342	1,347	1,352	1,357	1,362	1,367	1,371	1,376	1,381
28,0	1,387	1,392	1,397	1,402	1,407	1,412	1,417	1,422	1,427	1,432
29,0	1,436	1,442	1,447	1,452	1,457	1,463	1,467	1,473	1,478	1,483
30,0	1,486	1,491	1,497	1,502	1,508	1,513	1,518	1,524	1,529	1,535
Quecks. Temp.	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284

Quecks. Temp. Centigr.	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294
0°,1	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
0,2	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
0,3	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,4	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,021	0,021	0,021
0,5	0,025	0,025	0,025	0,025	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
0,6	0,030	0,030	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
0,7	0,035	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,037
0,8	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,042	0,042	0,042	0,042
0,9	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047
1°,0	0,051	0,051	0,051	0,051	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
2,0	0,102	0,103	0,103	0,103	0,104	0,104	0,104	0,105	0,105	0,105
3,0	0,154	0,154	0,155	0,155	0,156	0,156	0,157	0,157	0,158	0,158
4,0	0,205	0,206	0,206	0,207	0,208	0,209	0,209	0,210	0,211	0,211
5,0	0,256	0,257	0,258	0,259	0,260	0,261	0,262	0,263	0,264	0,265
6,0	0,308	0,309	0,310	0,311	0,312	0,313	0,314	0,315	0,316	0,317
7,0	0,359	0,360	0,361	0,363	0,364	0,365	0,367	0,368	0,369	0,370
8,0	0,410	0,412	0,413	0,415	0,416	0,418	0,419	0,420	0,422	0,423
9,0	0,462	0,463	0,465	0,467	0,468	0,470	0,471	0,473	0,475	0,476
10,0	0,513	0,515	0,517	0,518	0,520	0,522	0,524	0,526	0,527	0,529
11,0	0,564	0,566	0,568	0,570	0,572	0,574	0,576	0,578	0,580	0,582
12,0	0,616	0,618	0,620	0,622	0,624	0,627	0,629	0,631	0,633	0,635
13,0	0,667	0,669	0,672	0,674	0,676	0,679	0,681	0,683	0,686	0,688
14,0	0,718	0,721	0,723	0,726	0,729	0,731	0,734	0,736	0,739	0,741
15,0	0,770	0,772	0,775	0,778	0,781	0,783	0,786	0,789	0,791	0,794
16,0	0,821	0,824	0,827	0,830	0,833	0,836	0,838	0,841	0,844	0,847
17,0	0,872	0,876	0,879	0,882	0,885	0,888	0,891	0,894	0,897	0,900
18,0	0,924	0,927	0,930	0,934	0,937	0,940	0,943	0,947	0,950	0,953
19,0	0,975	0,979	0,982	0,985	0,989	0,992	0,996	0,999	1,003	1,006
20,0	1,027	1,030	1,034	1,037	1,041	1,045	1,048	1,052	1,055	1,059
21,0	1,078	1,082	1,085	1,089	1,093	1,097	1,101	1,104	1,108	1,112
22,0	1,129	1,133	1,137	1,141	1,145	1,149	1,153	1,157	1,161	1,165
23,0	1,181	1,185	1,189	1,193	1,197	1,201	1,205	1,210	1,214	1,218
24,0	1,232	1,236	1,241	1,245	1,249	1,254	1,258	1,262	1,267	1,271
25,0	1,283	1,288	1,292	1,297	1,301	1,306	1,310	1,315	1,319	1,324
26,0	1,335	1,339	1,344	1,349	1,353	1,358	1,363	1,367	1,372	1,377
27,0	1,386	1,391	1,396	1,401	1,406	1,410	1,415	1,420	1,425	1,430
28,0	1,437	1,442	1,447	1,453	1,458	1,463	1,468	1,473	1,478	1,483
29,0	1,489	1,494	1,499	1,504	1,510	1,515	1,520	1,525	1,530	1,536
30,0	1,540	1,545	1,551	1,556	1,562	1,567	1,572	1,578	1,583	1,589
Quecks. Temp.	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294

Quecks. Temp. Centigr.	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304
0°,1	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
0,2	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
0,3	0,015	0,015	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
0,4	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
0,5	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
0,6	0,031	0,031	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
0,7	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,038	0,038	0,038
0,8	0,042	0,042	0,042	0,042	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
0,9	0,047	0,047	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,049	0,049
1°,0	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054
2,0	0,106	0,106	0,107	0,107	0,107	0,108	0,108	0,108	0,109	0,109
3,0	0,159	0,159	0,160	0,161	0,161	0,162	0,162	0,163	0,163	0,164
4,0	0,212	0,213	0,214	0,214	0,215	0,216	0,216	0,217	0,218	0,219
5,0	0,265	0,266	0,267	0,268	0,269	0,270	0,271	0,272	0,272	0,273
6,0	0,318	0,319	0,321	0,322	0,323	0,324	0,325	0,326	0,327	0,328
7,0	0,372	0,373	0,374	0,375	0,376	0,378	0,379	0,380	0,382	0,383
8,0	0,425	0,426	0,428	0,429	0,430	0,432	0,433	0,435	0,436	0,438
9,0	0,478	0,479	0,481	0,483	0,484	0,486	0,488	0,489	0,491	0,492
10,0	0,531	0,533	0,535	0,536	0,538	0,540	0,542	0,544	0,545	0,547
11,0	0,584	0,586	0,588	0,590	0,592	0,594	0,596	0,598	0,600	0,602
12,0	0,637	0,639	0,642	0,644	0,646	0,648	0,650	0,652	0,655	0,657
13,0	0,690	0,693	0,695	0,698	0,700	0,702	0,705	0,707	0,709	0,712
14,0	0,744	0,746	0,749	0,751	0,753	0,756	0,759	0,761	0,764	0,766
15,0	0,797	0,799	0,802	0,805	0,807	0,810	0,813	0,816	0,818	0,821
16,0	0,850	0,853	0,856	0,859	0,861	0,864	0,867	0,870	0,873	0,876
17,0	0,903	0,906	0,909	0,912	0,915	0,918	0,921	0,925	0,928	0,931
18,0	0,956	0,959	0,963	0,966	0,969	0,972	0,976	0,979	0,982	0,985
19,0	1,009	1,012	1,016	1,020	1,023	1,026	1,030	1,033	1,037	1,040
20,0	1,063	1,066	1,070	1,073	1,077	1,081	1,084	1,088	1,091	1,095
21,0	1,116	1,119	1,123	1,127	1,131	1,135	1,138	1,142	1,146	1,150
22,0	1,169	1,173	1.177	1,181	1,185	1,189	1,193	1,197	1,211	1,215
23,0	1,222	1,226	1,230	1,234	1,239	1,243	1,247	1,251	1,255	1,259
24,0	1,275	1,279	1,284	1,288	1,292	1,297	1,301	1,305	1,310	1,314
25,0	1,328	1,333	1,337	1,342	1,346	1,351	1,355	1,360	1,364	1,369
26,0	1,381	1,286	1,391	1,396	1,400	1,405	1,410	1,414	1,419	1,424
27,0	1,435	1,439	1,444	1,449	1,454	1,459	1,464	1,469	1,474	1,478
28,0	1,488	1,493	1,498	1,503	1,508	1,513	1,518	1,523	1,528	1,533
29,0	1,541	1,546	1,551	1,557	1,562	1,567	1,572	1,578	1,583	1,588
30,0	1,594	1,599	1,605	1,610	1,616	1,621	1,627	1,632	1,637	1,643
Quecks. Temp.	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304

Quecks. Temp. Centigr.	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314
0°,1	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
0,2	0,010	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
0,3	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
0,4	0,021	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
0,5	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,028	0,028	0,028	0,028
0,6	0,032	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
0,7	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039
0,8	0,043	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,045	0,045
0,9	0,049	0,049	0,049	0,049	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
1°,0	0,054	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,056	0,056	0,056	0,056
2,0	0,109	0,110	0,110	0,110	0,111	0,111	0,112	0,112	0,112	0,113
3,0	0,164	0,165	0,165	0,166	0,167	0,167	0,168	0,168	0,169	0,169
4,0	0,219	0,220	0,221	0,221	0,222	0,223	0,224	0,224	0,225	0,226
5,0	0,274	0,275	0,276	0,277	0,278	0,279	0,280	0,281	0,281	0,282
6,0	0,329	0,330	0,331	0,332	0,334	0,335	0,336	0,337	0,338	0,339
7,0	0,384	0,385	0,387	0,388	0,389	0,390	0,392	0,393	0,394	0,396
8,0	0,439	0,441	0,442	0,443	0,445	0,446	0,448	0,449	0,451	0,452
9,0	0,494	0,496	0,497	0,499	0,501	0,502	0,504	0,505	0,507	0,509
10,0	0,549	0,551	0,553	0,554	0,556	0,558	0,560	0,562	0,563	0,565
11,0	0,604	0,606	0,608	0,610	0,612	0,614	0,616	0,618	0,620	0,622
12,0	0,659	0,661	0,663	0,665	0,668	0,670	0,672	0,674	0,676	0,678
13,0	0,714	0,716	0,719	0,721	0,723	0,726	0,728	0,730	0,733	0,735
14,0	0,769	0,771	0,774	0,776	0,779	0,781	0,784	0,787	0,789	0,792
15,0	0,824	0,827	0,829	0,832	0,835	0,837	0,840	0,843	0,845	0,848
16,0	0,879	0,882	0,885	0,887	0,890	0,893	0,896	0,899	0,902	0,905
17,0	0,934	0,937	0,940	0,943	0,946	0,949	0,952	0,955	0,958	0,961
18,0	0,989	0,992	0,994	0,998	1,002	1,005	1,008	1,011	1,015	1,018
19,0	1,044	1,047	1,050	1,054	1,057	1,061	1,064	1,068	1,071	1,074
20,0	1,099	1,102	1,106	1,109	1,113	1,117	1,121	1,124	1,127	1,131
21,0	1,154	1,157	1,161	1,165	1,169	1,172	1,177	1,180	1,184	1,188
22,0	1,208	1,212	1,216	1,220	1,224	1,228	1,233	1,236	1,240	1,244
23,0	1,263	1,268	1,272	1,276	1,280	1,284	1,288	1,292	1,297	1,301
24,0	1,318	1,323	1,327	1,331	1,336	1,340	1,345	1,349	1,353	1,357
25,0	1,373	1,378	1,382	1,387	1,391	1,396	1,401	1,405	1,409	1,414
26,0	1,428	1,433	1,438	1,442	1,447	1,452	1,457	1,461	1,466	1,470
27,0	1,483	1,488	1,493	1,498	1,503	1,508	1,513	1,517	1,522	1,527
28,0	1,538	1,543	1,548	1,553	1,558	1,563	1,569	1,574	1,579	1,584
29,0	1,593	1,598	1,604	1,609	1,614	1,619	1,625	1,630	1,635	1,640
30,0	1,648	1,654	1,659	1,664	1,670	1,675	1,681	1,686	1,691	1,697
Quecks. Temp.	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314

Quecks. Temp. Centigr.	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324
0°,1	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
0,2	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
0,3	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
0,4	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023
0,5	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,029	0,029	0,029
0,6	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035
0,7	0,039	0,039	0,039	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
0,8	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046
0,9	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,052	0,052	0,052	0,052
1°,0	0,056	0,056	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,058	0,058	0,058
2,0	0,113	0,113	0,114	0,114	0,114	0,115	0,115	0,116	0,116	0,116
3,0	0,170	0,170	0,171	0,171	0,172	0,172	0,173	0,174	0,174	0,175
4,0	0,227	0,227	0,228	0,229	0,229	0,230	0,231	0,232	0,232	0,233
5,0	0,283	0,284	0,285	0,286	0,287	0,288	0,289	0,290	0,290	0,291
6,0	0,340	0,341	0,342	0,343	0,344	0,346	0,347	0,348	0,349	0,350
7,0	0,397	0,398	0,399	0,401	0,402	0,403	0,404	0,406	0,407	0,408
8,0	0,454	0,455	0,456	0,458	0,459	0,461	0,462	0,464	0,465	0,467
9,0	0,510	0,512	0,514	0,515	0,517	0,518	0,520	0,522	0,523	0,525
10,0	0,567	0,569	0,571	0,572	0,574	0,576	0,578	0,580	0,581	0,583
11,0	0,624	0,626	0,628	0,630	0,632	0,634	0,636	0,638	0,640	0,642
12,0	0,681	0,683	0,685	0,687	0,689	0,692	0,694	0,696	0,698	0,700
13,0	0,737	0,740	0,742	0,744	0,747	0,749	0,751	0,754	0,756	0,758
14,0	0,794	0,797	0,799	0,802	0,804	0,807	0,809	0,812	0,814	0,817
15,0	0,851	0,854	0,856	0,859	0,862	0,864	0,867	0,870	0,872	0,875
16,0	0,908	0,910	0,913	0,916	0,919	0,922	0,925	0,928	0,931	0,934
17,0	0,964	0,967	0,970	0,974	0,977	0,980	0,983	0,986	0,989	0,992
18,0	1,021	1,024	1,028	1,031	1,034	1,037	1,041	1,044	1,047	1,050
19,0	1,078	1,081	1,085	1,088	1,092	1,095	1,098	1,102	1,105	1,109
20,0	1,135	1,138	1,142	1,145	1,149	1,153	1,156	1,160	1,163	1,167
21,0	1,191	1,195	1,199	1,203	1,206	1,210	1,214	1,218	1,222	1,225
22,0	1,248	1,252	1,256	1,260	1,264	1,268	1,272	1,276	1,280	1,284
23,0	1,305	1,309	1,313	1,317	1,321	1,326	1,330	1,334	1,338	1,342
24,0	1,362	1,366	1,370	1,375	1,379	1,383	1,388	1,392	1,396	1,401
25,0	1,418	1,423	1,427	1,432	1,436	1,441	1,445	1,450	1,454	1,459
26,0	1,475	1,480	1,485	1,489	1,494	1,499	1,503	1,508	1,513	1,517
27,0	1,532	1,537	1,542	1,547	1,551	1,556	1,561	1,566	1,571	1,576
28,0	1,589	1,594	1,599	1,604	1,609	1,614	1,619	1,624	1,629	1,634
29,0	1,645	1,651	1,656	1,661	1,666	1,672	1,677	1,682	1,687	1,692
30,0	1,702	1,708	1,713	1,718	1,724	1,729	1,735	1,740	1,745	1,751
Quecks. Temp.	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324

Quecks. Temp. Centigr.	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334
0°,1	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006
0,2	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,012
0,3	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,018	0,018
0,4	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,024	0,024
0,5	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,030	0,030
0,6	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,036	0,036
0,7	0,040	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,042	0,042
0,8	0,046	0,046	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,048	0,048
0,9	0,052	0,052	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053	0,054	0,054
1°,0	0,058	0,058	0,058	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,060	0,060
2,0	0,117	0,117	0,117	0,118	0,118	0,118	0,119	0,119	0,120	0,120
3,0	0,175	0,176	0,176	0,177	0,177	0,178	0,178	0,179	0,180	0,180
4,0	0,234	0,234	0,235	0,236	0,237	0,237	0,238	0,239	0,240	0,240
5,0	0,292	0,293	0,294	0,295	0,296	0,297	0,298	0,299	0,300	0,300
6,0	0,351	0,352	0,353	0,354	0,355	0,356	0,357	0,358	0,360	0,361
7,0	0,409	0,411	0,412	0,413	0,414	0,416	0,417	0,418	0,420	0,421
8,0	0,468	0,469	0,471	0,472	0,474	0,475	0,477	0,478	0,480	0,481
9,0	0,527	0,528	0,530	0,531	0,533	0,535	0,536	0,538	0,540	0,541
10,0	0,585	0,587	0,589	0,590	0,592	0,594	0,596	0,598	0,600	0,601
11,0	0,644	0,646	0,648	0,650	0,652	0,653	0,656	0,658	0,660	0,661
12,0	0,702	0,704	0,707	0,709	0,711	0,712	0,715	0,717	0,720	0,721
13,0	0,761	0,763	0,765	0,768	0,770	0,772	0,775	0,777	0,780	0,781
14,0	0,819	0,822	0,824	0,827	0,829	0,831	0,834	0,837	0,840	0,841
15,0	0,878	0,881	0,883	0,886	0,889	0,891	0,894	0,897	0,900	0,901
16,0	0,936	0,939	0,942	0,945	0,948	0,950	0,954	0,957	0,960	0,961
17,0	0,995	0,998	1,001	1,004	1,007	1,010	1,013	1,016	1,020	1,021
18,0	1,054	1,057	1,060	1,063	1,067	1,070	1,073	1,076	1,080	1,081
19,0	1,112	1,116	1,119	1,122	1,126	1,129	1,133	1,136	1,140	1,141
20,0	1,171	1,174	1,178	1,181	1,185	1,188	1,192	1,196	1,200	1,201
21,0	1,229	1,233	1,237	1,241	1,244	1,248	1,252	1,256	1,260	1,261
22,0	1,288	1,292	1,296	1,300	1,304	1,308	1,312	1,316	1,320	1,321
23,0	1,346	1,350	1,355	1,359	1,363	1,367	1,371	1,375	1,380	1,381
24,0	1,404	1,409	1,414	1,418	1,422	1,427	1,431	1,435	1,440	1,441
25,0	1,463	1,468	1,472	1,477	1,481	1,486	1,490	1,495	1,500	1,501
26,0	1,522	1,527	1,531	1,536	1,540	1,545	1,550	1,555	1,560	1,561
27,0	1,581	1,585	1,590	1,595	1,599	1,605	1,610	1,615	1,620	1,621
28,0	1,639	1,644	1,649	1,654	1,659	1,664	1,669	1,674	1,680	1,681
29,0	1,698	1,703	1,708	1,713	1,719	1,724	1,729	1,734	1,740	1,741
30,0	1,756	1,762	1,767	1,772	1,778	1,783	1,789	1,794	1,800	1,801
Quecks. Temp.	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334

Quecks. Temp. Centigr.	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344
0°,1	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
0,2	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
0,3	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
0,4	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
0,5	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
0,6	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,037	0,037
0,7	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,043	0,043	0,043	0,043
0,8	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049
0,9	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
1°,0	0,060	0,060	0,060	0,060	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
2,0	0,120	0,121	0,121	0,121	0,122	0,122	0,122	0,123	0,123	0,123
3,0	0,181	0,181	0,182	0,182	0,183	0,183	0,184	0,184	0,185	0,185
4,0	0,241	0,242	0,242	0,243	0,244	0,245	0,245	0,246	0,247	0,247
5,0	0,301	0,302	0,303	0,304	0,305	0,306	0,307	0,308	0,309	0,309
6,0	0,362	0,363	0,364	0,365	0,366	0,367	0,368	0,369	0,370	0,371
7,0	0,422	0,423	0,425	0,426	0,427	0,428	0,430	0,431	0,432	0,433
8,0	0,482	0,484	0,485	0,487	0,488	0,490	0,491	0,492	0,494	0,495
9,0	0,543	0,544	0,546	0,548	0,549	0,551	0,552	0,554	0,556	0,557
10,0	0,603	0,605	0,607	0,609	0,610	0,612	0,614	0,616	0,618	0,619
11,0	0,663	0,665	0,667	0,669	0,671	0,673	0,675	0,677	0,679	0,681
12,0	0,724	0,726	0,728	0,730	0,732	0,735	0,737	0,739	0,741	0,743
13,0	0,784	0,787	0,789	0,791	0,793	0,796	0,798	0,801	0,803	0,805
14,0	0,845	0,847	0,850	0,852	0,854	0,857	0,860	0,862	0,865	0,867
15,0	0,905	0,908	0,910	0,913	0,915	0,918	0,921	0,924	0,927	0,929
16,0	0,965	0,968	0,971	0,974	0,976	0,980	0,983	0,985	0,988	0,991
17,0	1,026	1,029	1,032	1,035	1,037	1,041	1,044	1,047	1,050	1,053
18,0	1,086	1,089	1,092	1,096	1,098	1,102	1,105	1,109	1,112	1,115
19,0	1,146	1,150	1,153	1,157	1,159	1,163	1,167	1,170	1,174	1,177
20,0	1,207	1,210	1,214	1,218	1,220	1,225	1,228	1,232	1,236	1,239
21,0	1,267	1,271	1,275	1,278	1,281	1,286	1,290	1,293	1,297	1,301
22,0	1,327	1,331	1,335	1,339	1,342	1,347	1,351	1,355	1,359	1,363
23,0	1,388	1,392	1,396	1,400	1,403	1,409	1,413	1,417	1,421	1,425
24,0	1,448	1,452	1,457	1,461	1,464	1,470	1,474	1,478	1,483	1,487
25,0	1,509	1,513	1,518	1,522	1,525	1,531	1,536	1,540	1,544	1,549
26,0	1,569	1,574	1,578	1,583	1,586	1,592	1,597	1,602	1,606	1,611
27,0	1,629	1,634	1,639	1,644	1,647	1,654	1,658	1,663	1,668	1,673
28,0	1,690	1,695	1,700	1,705	1,708	1,715	1,720	1,725	1,730	1,735
29,0	1,750	1,755	1,760	1,766	1,769	1,776	1,781	1,787	1,792	1,797
30,0	1,810	1,816	1,821	1,827	1,830	1,837	1,843	1,848	1,854	1,859
Quecks. Temp.	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344

Tafel zur Reduction der Toisen in Dresdner Fuß.

Toif.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P.	P.
0	0	6,9	13,8	20,7	27,6	34,5	41,4	48,3	55,2	62,1	0,1	0,69
10	69,0	75,9	82,8	89,7	96,6	103,5	110,4	117,3	124,2	131,1	0,2	1,38
20	138,0	144,9	151,8	158,7	165,6	172,5	179,4	186,3	193,2	200,1	0,3	2,07
30	207,0	213,9	220,8	227,7	234,6	241,5	248,4	255,3	262,2	269,1	0,4	2,76
40	276,0	282,9	289,8	296,7	303,6	310,5	317,4	324,3	331,2	338,1	0,5	3,45
50	345,0	351,9	358,8	365,7	372,6	379,5	386,4	393,3	400,2	407,1	0,6	4,14
60	414,0	420,9	427,8	434,7	441,6	448,5	455,4	462,3	469,2	476,1	0,7	4,83
70	483,0	489,9	496,8	503,7	510,6	517,5	524,4	531,3	538,2	545,1	0,8	5,52
80	552,0	558,9	565,8	572,7	579,6	586,5	593,4	600,3	607,2	614,1	0,9	6,21
90	621,0	627,9	634,8	641,7	648,6	655,5	662,4	669,3	676,2	683,1		
100	690,0	696,9	703,8	710,7	717,6	724,5	731,4	738,3	745,2	752,1		
110	759,0	765,9	772,8	779,7	786,6	793,5	800,4	807,3	814,2	821,1		
120	828,0	834,9	841,8	848,7	855,6	862,5	869,4	876,3	883,2	890,1		
130	897,0	903,9	910,8	917,7	924,6	931,5	938,4	945,3	952,2	959,1		
140	966,0	972,9	979,8	986,7	993,6	1000,5	1007,4	1014,3	1021,2	1028,1		
150	1035,0	1041,9	1048,8	1055,7	1062,6	1069,5	1076,4	1083,3	1090,2	1097,1		
160	1104,0	1110,9	1117,8	1124,7	1131,6	1138,5	1145,4	1152,3	1159,2	1166,1		
170	1173,0	1179,9	1186,8	1193,7	1200,6	1207,5	1214,4	1221,3	1228,2	1235,1		
180	1242,0	1248,9	1255,8	1262,7	1269,6	1276,5	1283,4	1290,3	1297,2	1304,1		
190	1311,0	1317,9	1324,8	1331,7	1338,6	1345,5	1352,4	1359,3	1366,2	1373,1		
200	1380,9	1386,9	1393,8	1400,7	1407,6	1414,5	1421,4	1428,3	1435,2	1442,1		
210	1449,0	1455,9	1462,8	1469,7	1476,6	1483,5	1490,4	1497,3	1504,2	1511,1		
220	1518,0	1524,9	1531,8	1538,7	1545,6	1552,5	1559,4	1566,3	1573,2	1580,1		
230	1587,0	1593,9	1600,8	1607,7	1614,6	1621,5	1628,4	1635,3	1642,2	1649,1		
240	1656,0	1662,9	1669,8	1676,7	1683,6	1690,5	1697,4	1704,3	1711,2	1718,1		
250	1725,0	1731,9	1738,8	1745,7	1752,6	1759,5	1766,4	1773,3	1780,2	1787,1		
260	1794,0	1800,9	1807,8	1814,7	1821,6	1828,5	1835,4	1842,3	1849,2	1856,1		
270	1863,0	1869,9	1876,8	1883,7	1890,6	1897,5	1904,4	1911,3	1918,2	1925,1		
280	1932,0	1938,9	1945,8	1952,7	1959,6	1966,5	1973,4	1980,3	1987,2	1994,1		
290	2001,0	2007,9	2014,8	2021,7	2028,6	2035,5	2042,4	2049,3	2056,2	2063,1		
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	P.	P.
300	2070	2139	2208	2277	2346	2415	2484	2553	2622	2691	1	6,9
400	2760	2829	2898	2967	3036	3105	3174	3243	3312	3381	2	13,8
500	3450	3519	3588	3657	3726	3795	3864	3933	4002	4071	3	20,7
600	4140	4209	4278	4347	4416	4485	4554	4623	4692	4761	4	27,6
700	4830	4899	4968	5037	5106	5175	5244	5313	5382	5451	5	34,5
800	5520	5589	5658	5727	5796	5865	5934	6003	6072	6141	6	41,4
900	6210	6279	6348	6417	6486	6555	6624	6693	6762	6831	7	48,3
1000	6900	6969	7038	7107	7176	7245	7314	7383	7452	7521	8	55,2
2000	13800	13869	13938	14007	14076	14145	14214	14283	14352	14421	9	62,1
3000	20700											

Tafel
zur Verwandlung einiger Maße in Pariser und umgekehrt.

Verwandlung in Pariser Linien.		durch Addition deren Logar.
Zolle	Preußische	1. 06424
	Wiener	1. 06734
	Englische	1. 05152
Linien	Preußische	9. 98506
	Wiener	9. 98816
	Englische	9. 97234
Millemeter, Französische		9. 64669
Verwandlung der Pariser Fuße in:		
Fuße	Preußische	0. 01494
	Wiener	0. 01184
	Englische	0. 02766
Ruthen, Preußische		8. 93576
Klafter, Wiener		9. 23369
Toisen, Pariser		9. 22185
Meter, Französische		9. 51167
Fathom's, Englische		9. 24951
Arschinen, Russische		9. 64561

Tafel

zur Verwandlung der Metres in Pariser Fuße und seine Theile.

Metres	diese betragen			Decimetres	betragen Zoll und Linien		Centimetres	betragen Zoll und Linien		Millimetres	betragen Linien
	Fuß	Z.	Linien		Z.	L.		Z.	L.		
1	3	0	11,296	1	3	8,3296	1	0	4,4330	1	0,4433
2	6	1	10,593	2	7	4,6592	2	0	8,8659	2	0,8866
3	9	2	9,888	3	11	0,9888	3	1	1,2989	3	1,3299
4	12	3	9,184	4	14	9,3184	4	1	5,7318	4	1,7732
5	15	4	8,480	5	18	5,6480	5	1	10,1648	5	2,2165
6	18	5	7,776	6	22	1,9776	6	2	2,5978	6	2,6598
7	21	6	7,072	7	25	10,3072	7	2	7,0307	7	3,1031
8	24	7	6,368	8	29	6,6368	8	2	11,4637	8	3,5464
9	27	8	5,664	9	33	2,9664	9	3	3,8966	9	3,9897
10	30	9	4,960	10	36	11,2960	10	3	8,3296	10	4,4330
20	61	6	9,92								
30	92	4	2,88								
40	123	1	7,84								
50	153	11	0,80								
60	184	8	5,76								
70	215	5	10,72								
80	246	3	3,68								
90	277	0	8,64								
100	307	10	1,60								
200	615	8	3,2								
300	923	6	4,8								
400	1231	4	6,4								
500	1539	2	8,0								
600	1847	0	9,6								
700	2154	10	11,2								
800	2462	9	0,8								
900	2770	7	2,4								
1000	3078	5	4,0								
2000	6156	10	8								
3000	9235	4	0								

Tafel

zur Verwandlung der Reaumürschen Grade in Centigrade, und umgekehrt.

Réaum.	Centigr.	Réaum.	Centigr.	Centigr.	Réaum.	Centigr.	Réaum.
0,1	0,125	11,0	13,75	0,1	0,08	11,0	8,8
0,2	0,250	12,0	15,00	0,2	0,16	12,0	9,6
0,3	0,375	13,0	16,25	0,3	0,24	13,0	10,4
0,4	0,500	14,0	17,50	0,4	0,32	14,0	11,2
0,5	0,625	15,0	18,75	0,5	0,40	15,0	12,0
0,6	0,750	16,0	20,00	0,6	0,48	16,0	12,8
0,7	0,875	17,0	21,25	0,7	0,56	17,0	13,6
0,8	1,000	18,0	22,50	0,8	0,64	18,0	14,4
0,9	1,125	19,0	23,75	0,9	0,72	19,0	15,2
1,0	1,25	20,0	25,00	1,0	0,8	20,0	16,0
2,0	2,50	21,0	26,25	2,0	1,6	21,0	16,8
3,0	3,75	22,0	27,50	3,0	2,4	22,0	17,6
4,0	5,00	23,0	28,75	4,0	3,2	23,0	18,4
5,0	6,25	24,0	30,00	5,0	4,0	24,0	19,2
6,0	7,50	25,0	31,25	6,0	4,8	25,0	20,0
7,0	8,75	26,0	32,50	7,0	5,6	26,0	20,8
8,0	10,00	27,0	33,75	8,0	6,4	27,0	21,6
9,0	11,25	28,0	35,00	9,0	7,2	28,0	22,4
10,0	12,50	29,0	36,25	10,0	8,0	29,0	23,2
		30,0	37,50			30,0	24,0

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lehmann, Johann Georg, / Fischer, Georg Andreas / Becker, Carl A.

Die Lehre der Situations-Zeichnung oder Anweisung zum richtigen Erkennen und genauen Abbilden der Erd-Oberfläche in Charten und Planen

Bd.: 2. - 264 S.

Dresden u.a. 1828

Mapp. 24 h-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11191847-7